

Aus der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde  
Arbeitsbereich Phoniatrie und Pädaudiologie  
der Medizinischen Fakultät  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Untersuchung musikalischer Fähigkeiten bei Kindern mit auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS)

**Dissertation**

zur Erlangung des Doktorgrades

Dr. med.

(doctor medicinae)

an der Medizinischen Fakultät  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

vorgelegt von Evgenia Scheffner

aus Kustanai

Magdeburg 2017

### Bibliographische Beschreibung:

Scheffner, Evgenia:

Untersuchung musikalischer Fähigkeiten bei Kindern mit auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS). – 2017.

- 85 Bl., 8 Abb., 11 Tab., 7 Anl.

### Kurzreferat

Hintergrund: In der klinischen Praxis wurden bei Kindern mit auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) Schwierigkeiten bei der Lösung musikalischer Aufgaben beobachtet. Musikalität bei AVWS ist bisher wenig erforscht.

Material und Methoden: 15 AVWS-Patienten im Alter zwischen 6 und 11 Jahren wurden mit der Messung musikalischer Fähigkeiten (MMF) untersucht und mit 15 Kontrollprobanden verglichen.

Ergebnisse: AVWS-Patienten zeigen statistisch signifikante Defizite in den Aufgaben zur Tonhöhendifferenzierung, Reproduktion von Rhythmen und Melodien. Zusammenhänge zwischen sprachlichen und musikalischen Leistungen bei AVWS-Patienten wurden nachgewiesen.

Schlussfolgerungen: Musikalische Fähigkeiten sollten in der AVWS-Diagnostik mehr Beachtung finden. Positive Transfereffekte musikalischen Trainings auf die Sprachentwicklung und allgemeine kognitive Fähigkeiten wurden in zahlreichen Studien nachgewiesen. Bei Vorliegen musikalischer Defizite sollte musikalische Förderung als Therapiemethode bei AVWS diskutiert werden.

### **Schlüsselwörter**

Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung, Auditive Teilleistungsstörung, Musikalität, Musikalische Fähigkeiten, Kinder

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	1
<b>1. Einführung</b> .....	2
1.1 Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) .....	2
1.2 Zentral-auditive Verarbeitung und Wahrnehmung .....	4
1.3 Musikalität und Möglichkeiten ihrer Erfassung .....	10
1.4 Fragestellung.....	13
<b>2. Material und Methoden</b> .....	14
2.1 Untersuchungsmethode zur Messung musikalischer Fähigkeiten (MMF) .....	14
2.2 Patientengruppe .....	16
2.2.1 Untersuchungsmethoden der Patientengruppe .....	16
2.3 Kontrollgruppe.....	21
2.3.1 Untersuchungsmethoden der Kontrollgruppe.....	21
2.4 Messdaten und statistische Auswertung .....	23
<b>3. Ergebnisse</b> .....	25
3.1 Patientengruppe .....	25
3.1.1 Stichprobe .....	25
3.1.2 AVWS-Diagnostik.....	25
3.1.3 Komorbiditäten.....	27
3.1.4 Sprachstatus.....	27
3.2 Kontrollgruppe.....	27
3.2.1 Stichprobe .....	27
3.2.2 Hörvermögen.....	28
3.2.3 Sprachliche Entwicklung .....	29
3.2.4 Schulische Leistungen.....	29
3.2.5 AVWS Screening .....	29
3.3 Vergleich der Probandengruppen .....	30
3.3.1 Alter .....	30
3.3.2 Geschlecht .....	31
3.3.3 Händigkeit.....	33
3.3.4 Musikalische Förderung .....	33
3.4 Musikalische Fähigkeiten .....	33
3.5 Auditive und musikalische Leistungen der Patienten.....	36

<b>4. Diskussion</b> .....	37
4.1 Kontrollgruppe.....	37
4.1.1 Stichprobe .....	37
4.1.2 Ausschluss der AVWS.....	38
4.2 Patientengruppe.....	40
4.2.1 Stichprobe .....	40
4.2.2 AVWS Diagnostik .....	41
4.2.3 Komorbiditäten.....	42
4.3 Musikalische Fähigkeiten und AVWS .....	46
4.3.1 <i>Messung musikalischer Fähigkeiten (MMF)</i> - ein neues Verfahren zur Untersuchung der Musikalität.....	46
4.3.2 Musikalität bei AVWS-Patienten .....	47
4.3.3 Zusammenhänge sprachbasierter und musikalischer Leistungen.....	50
4.3.4 Einfluss musikalischer Förderung auf musikalische Fähigkeiten .....	52
4.4 Fazit und Ausblick.....	52
<b>5. Zusammenfassung</b> .....	54
<b>6. Literaturverzeichnis</b> .....	55
<b>Danksagung</b> .....	65
<b>Ehrenerklärung</b> .....	66
<b>Darstellung des Bildungsweges</b> .....	67
<b>Veröffentlichungen</b> .....	67
<b>Anhang</b> .....	69

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Störung
APD	Auditory Processing Disorder
ASHA	American Speech-Language-Hearing Association
AVW	Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung
AVWS	Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung
BERA	Brainstem Evoked Response Audiometry
CERA	Cortical Evoked Response Audiometry
DGPP	Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie
DRT	Diagnostischer Rechtschreibtest
H-LAD	Heidelberger Lautdifferenzierungstest
HMS	Hörmerkspanne
HSET	Heidelberger Sprachentwicklungstest
IQ	Intelligenzquotient
LRS	Lese-Rechtschreib-Störung
MAUS	Münchener Auditiver Screeningtest für Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen
MMF	Messung musikalischer Fähigkeiten
OvGU	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
PET	Psycholinguistischer Entwicklungs Test
TEOAE	transitorisch evozierte otoakustische Emissionen
ZLT	Zürcher Lesetest

## **1. Einführung**

### **1.1 Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS)**

Vor dem Erlernen der Sprache findet die Kommunikation zwischen Eltern und Säugling auf nonverbaler Ebene in der sogenannten Ammensprache statt [1]. Die Grundlage dafür bilden akustische Parameter wie Rhythmus, Tonhöhe, melodische Kontur, Klangfarben, Artikulation und Tempo. Sprachwissenschaftler fassen diese Merkmale unter Suprasegmentalia zusammen. Diese akustischen Parameter stellen gleichzeitig grundlegende Elemente der Musik dar [2, 3, 4]. Die Fähigkeit zur nonverbalen Kommunikation scheint universell und allen Menschen angeboren zu sein [5]. Auch die musikalische Begabung kann als eine Fähigkeit verstanden werden, die universell und entwicklungsfähig ist [6, 7]. Eine Voraussetzung für die unbeeinträchtigte Entwicklung von sprachlichen und musikalischen Fähigkeiten bildet eine intakte Hörverarbeitung und -wahrnehmung. Bei Störungen der zentralen Prozesse des Hörens, also der Verarbeitung auditiver Signale auf Hirnstammniveau und ihrer Wahrnehmung im auditorischen Kortex, liegt nach den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP) eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) vor [8].

Als Ursachen von AVWS werden Umwelteinflüsse wie z. B. fehlendes Lernangebot in der frühkindlichen Entwicklung und Hirnreifungsverzögerungen [9], frühkindliche Hirnschädigungen [10], genetische Belastung aber auch chronische Mittelohrentzündungen im Kindesalter [11] diskutiert.

Auffällig werden AVWS-Patienten u. a. durch Schwierigkeiten auditive Informationen zu verstehen und verbalen Aufforderungen zu folgen, durch schwaches auditives Gedächtnis und gestörte auditive Aufmerksamkeit, durch Einschränkungen des Sprachverstehens im Störgeräusch oder durch gestörte Schallquellenlokalisation [8]. Insbesondere ist die sprachliche Entwicklung bei Kindern mit AVWS häufiger beeinträchtigt als bei gesunden Kindern, wodurch sie im Rahmen von Sprachscreenings im Kindergarten oder bei Schuleintritt auffallen.

Eine AVWS kann mit isoliert auditiven Defiziten einhergehen. Sie kann aber auch in Kombination mit anderen Krankheitsbildern wie Spracherwerbsstörungen, Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Störung (ADHS), Lese-Rechtschreib-Störungen (LRS), Lernstörungen, Intelligenzminderung und weiteren Störungen auftreten [12]. Ein-

schränkungen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung können auch als Symptom der zuvor genannten Störungen in Erscheinung treten.

Aufgrund der Komplexität der AVWS wird für die Diagnostik zunächst die Beurteilung von Sprechen, Sprache, Lernfähigkeit und Psyche empfohlen, um übergeordnete Störungen auszuschließen [13]. Für die Beurteilung auditiver Leistungen werden auditive Verarbeitung und Wahrnehmung in einzelne Teilfunktionen aufgegliedert. Jede dieser Teilfunktionen kann mithilfe psychometrischer und elektrophysiologischer Hörtests überprüft werden. Ein AVWS-Screening konnte bisher weltweit nicht etabliert werden [13]. Ebenso fehlt es an einer einheitlichen AVWS-Diagnostik. Gross et al. empfehlen Testverfahren, die individuell ausgewählt werden sollten [13]. Eine AVWS wird diagnostiziert, wenn Einschränkungen in mindestens zwei auditiven Teilleistungen die mehr als zwei Standardabweichungen unterhalb der Norm liegen, und zusätzlich Symptome im Alltag auftreten, die nicht anderen Störungen zugeordnet werden können [13]. Für die Auswertung der Untersuchungsergebnisse wird ein interdisziplinäres Vorgehen empfohlen.

Die Therapie sollte entsprechend den Auffälligkeiten in der Diagnostik individuell ausgerichtet werden. Ein Goldstandard in der AVWS-Therapie existiert bisher nicht. Eingesetzt werden übende Verfahren zur Verbesserung einzelner auditiver Teilleistungen, Verfahren zur verbesserten Kompensation gestörter Funktionen sowie Maßnahmen zur Verbesserung akustischer Signalqualität [14]. Empfohlen wird eine Kombination verschiedener Therapieansätze.

Da bei vielen AVWS-Patienten die Sprachentwicklung betroffen ist, wird zusätzlich eine Übungstherapie zur Behandlung von Sprachentwicklungsstörungen benötigt [14]. Gemeinsame Vorläuferfähigkeiten von Sprache und Musik [15] erlauben den Einsatz von Musik in der Sprachtherapie. Mehrere Studien belegen den Einfluss von Musik auf die Sprachverarbeitung bzw. -entwicklung und empfehlen musikalisches Training in der Therapie der Sprachentwicklungsstörungen [16, 17, 18, 19].

Dagegen befassen sich nur wenige Untersuchungen mit der Musikalität bei AVWS-Patienten. In einer Elternumfrage von Meister et al. [20] wurden Kinder mit Verdacht auf AVWS in Fragen zur Wiedergabe von Rhythmen und Nachsingen von Melodien schlechter bewertet als gesunde Kontrollprobanden. Eine Studie von Olakunbi et al. [21] zeigt schlechtere Leistungen bei AVWS-Patienten in Aufgaben zur rhythmischen

und melodischen Differenzierung als bei gesunden Kontrollprobanden. Ähnliche Beobachtungen wurden bei Patienten unserer Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie gemacht.

## **1.2 Zentral-auditive Verarbeitung und Wahrnehmung**

Detaillierte Kenntnisse über das menschliche Hörsystem sind sowohl für das Verständnis der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung als auch für die Musikwahrnehmung von grundlegender Bedeutung. Im folgenden Abschnitt werden die anatomischen und funktionellen Grundlagen insbesondere des zentralen Hörsystems dargestellt.

### **Anatomisch-funktionelle Grundlagen des menschlichen Hörsystems**

Das menschliche Hörsystem wird in einen peripheren und einen zentralen Teil untergliedert. Das äußere Ohr, Mittelohr, Innenohr und die Pars cochlearis des N. vestibulocochlearis bilden den peripheren Teil. Hier wird die auditorische Information erfasst und zum zentralen Hörsystem weitergeleitet. Zum zentralen Abschnitt zählen die zentrale Hörbahn sowie die subkortikalen und kortikalen Hörzentren. Die anatomisch-morphologische Grenze zwischen dem peripheren und zentralen Teil befindet sich an der Eintrittsstelle des N. vestibulocochlearis in den Hirnstamm [22].

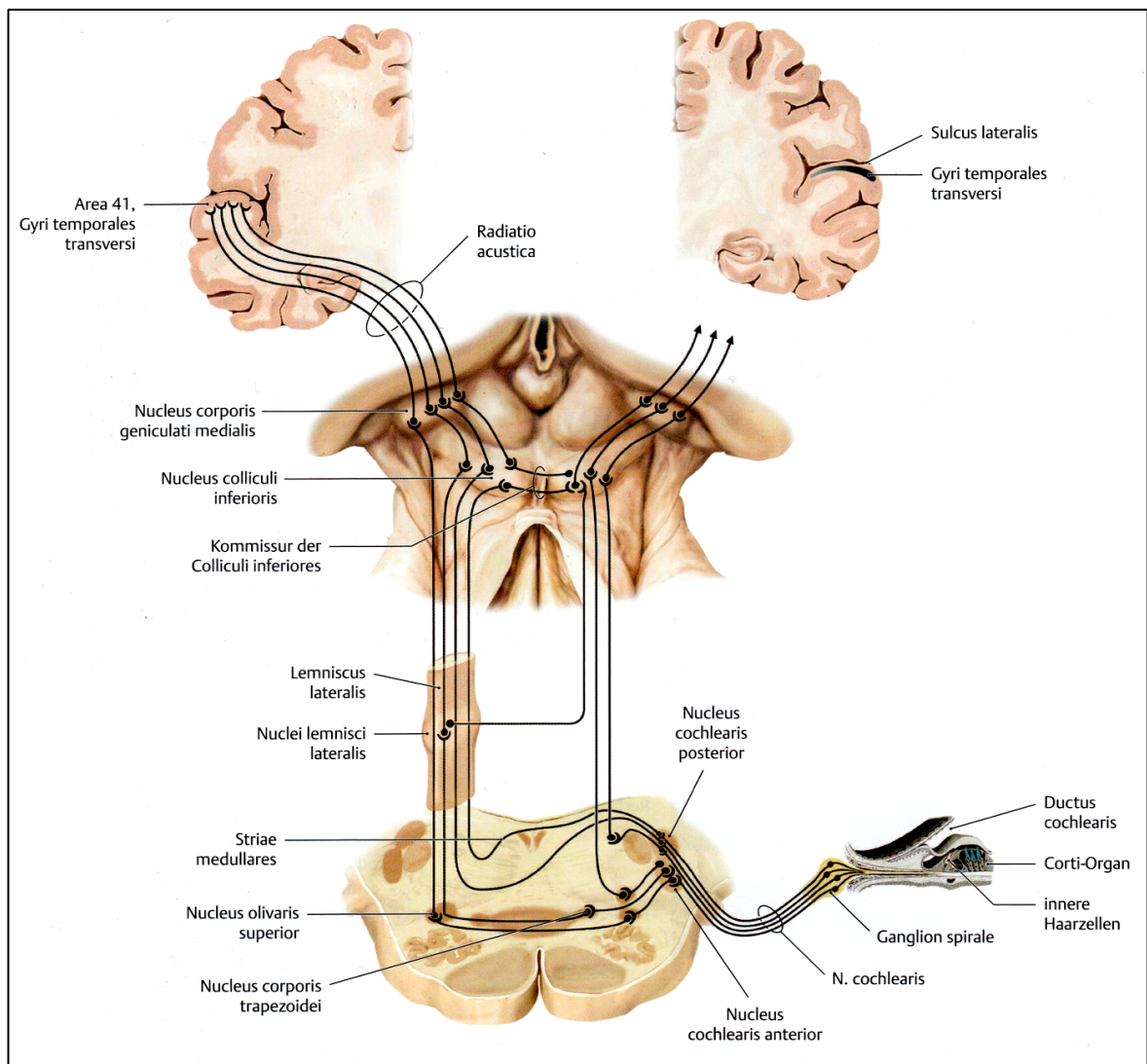
Der afferente Weg der zentralen Hörbahn (Abb. 1) führt vom Corti-Organ des Innenohrs über vier bis sechs Neuronen bis zur primären Hörrinde. Ausgehend vom Ganglion spirale gelangen auditorische Signale über den Nervus cochlearis zu den Cochleariskernen (Nucleus cochlearis ventralis und dorsalis) im Hirnstamm. Im Gegensatz zu anderen Kerngebieten erhalten sie ihre Afferenzen ausschließlich von einer Seite [23]. Vom Nucleus cochlearis anterior zieht der Großteil der Hörbahnfasern im Corpus trapezoideum zur Gegenseite und endet in Kernen der oberen Olive (Nucleus olivaris superior). Ein geringerer Teil der Fasern verläuft ungekreuzt zu den Olivenkernen der ipsilateralen Seite. Die Olivenkerne erhalten somit als erste Strukturen der Hörbahn Informationen von beiden peripheren Hörsystemen und können durch den Vergleich der Information den Schall lokalisieren. Vom Nucleus cochlearis posterior ziehen die meisten Fasern unverschaltet zur Gegenseite, wo sie zusammen



mit allen Hörbahnfasern als Lemniscus lateralis nach oben steigen. Ein Kernkomplex (Nuclei lemnisci laterales) verknüpft wiederum ipsi- und kontralaterale Bahnen. Die Hörbahn verläuft weiter über die Colliculi inferiores im Mittelhirn, wo einige der Fasern wieder zur Gegenseite kreuzen und erreicht anschließend die Kerngebiete des Thalamus (Corpus geniculatum mediale) im Zwischenhirn. Von dort aus ziehen die Fasern als Hörstrahlung (Radiatio acustica) zur primären Hörrinde in den Gyri temporales transversi des Temporallappens (Heschl Querwindung), die von sekundären und tertiären Hörrindenarealen umgeben ist.

Durch die Verschaltung der ipsi- und kontralateralen Fasern der zentralen Hörbahn auf mehreren Ebenen erhält der primäre auditorische Kortex Informationen aus beiden Cochleae [24]. Der Informationsfluss zwischen den Hörzentren und anderen spezialisierten Hirnarealen beider Hemisphären findet über die Fasern des Balkens (Corpus callosum) statt.

Die tonotopische Gliederung der Hörbahnfasern wird von der Basilarmembran bis zum primären auditorischen Kortex beibehalten [26, 27]. Jede Tonfrequenz wird an einer bestimmten Stelle in der primären Hörrinde wahrgenommen, es kommt zur interpretationsfreien Bewusstwerdung der auditorischen Signale. Aus experimenteller Reizung des primären auditorischen Kortex ist bekannt, dass hier lediglich einzelne Laute oder Lautmuster unterschiedlicher Frequenz wahrgenommen werden [28]. Die Schallreize werden hier nach bestimmten Merkmalen, wie z. B. Dauer, Wiederholung und Intensität beurteilt [29]. Im sekundären auditorischen Kortex werden harmonische, melodische und rhythmische Muster erkannt. Hier befindet sich das Wernicke-Zentrum, welches neben weiteren Regionen für das Sprachverständnis zuständig ist [28]. Im tertiären auditorischen Kortex werden komplexe Lautmuster eines Musikstückes verarbeitet [30].



**Abb. 1:** Afferente Hörbahn des linken Ohres [25]

Über weitere Verbindungen zu subkortikalen Regionen und kortikalen Assoziationszentren werden die einlaufenden auditorischen Reize mit anderen Sinnesmodalitäten (z. B. visuell, motorisch) verknüpft und kognitiv sowie affektiv bewertet [31, 32]. Die Ergebnisse der Verarbeitung auditorischer Reize in beiden Hemisphären werden schließlich zu einem Gesamteindruck integriert [33]. Das zentrale Hörsystem verfügt auf jeder Ebene auch über eine große Anzahl an efferenten Nervenfasern. Diese haben sowohl hemmenden als auch erregenden Einfluss auf die Funktionen aller peripheren Kerngebiete [31] und regulieren sie im Sinne einer Rückkoppelung [29]. Über diese Verbindungen wird z. B. der Stapediusreflex ausgelöst, bei dem es ab einer bestimmten Lautstärke der akustischen Reize zur Kontraktion des M. stapedius und somit zur Versteifung der Gehörknöchelchen Kette kommt.

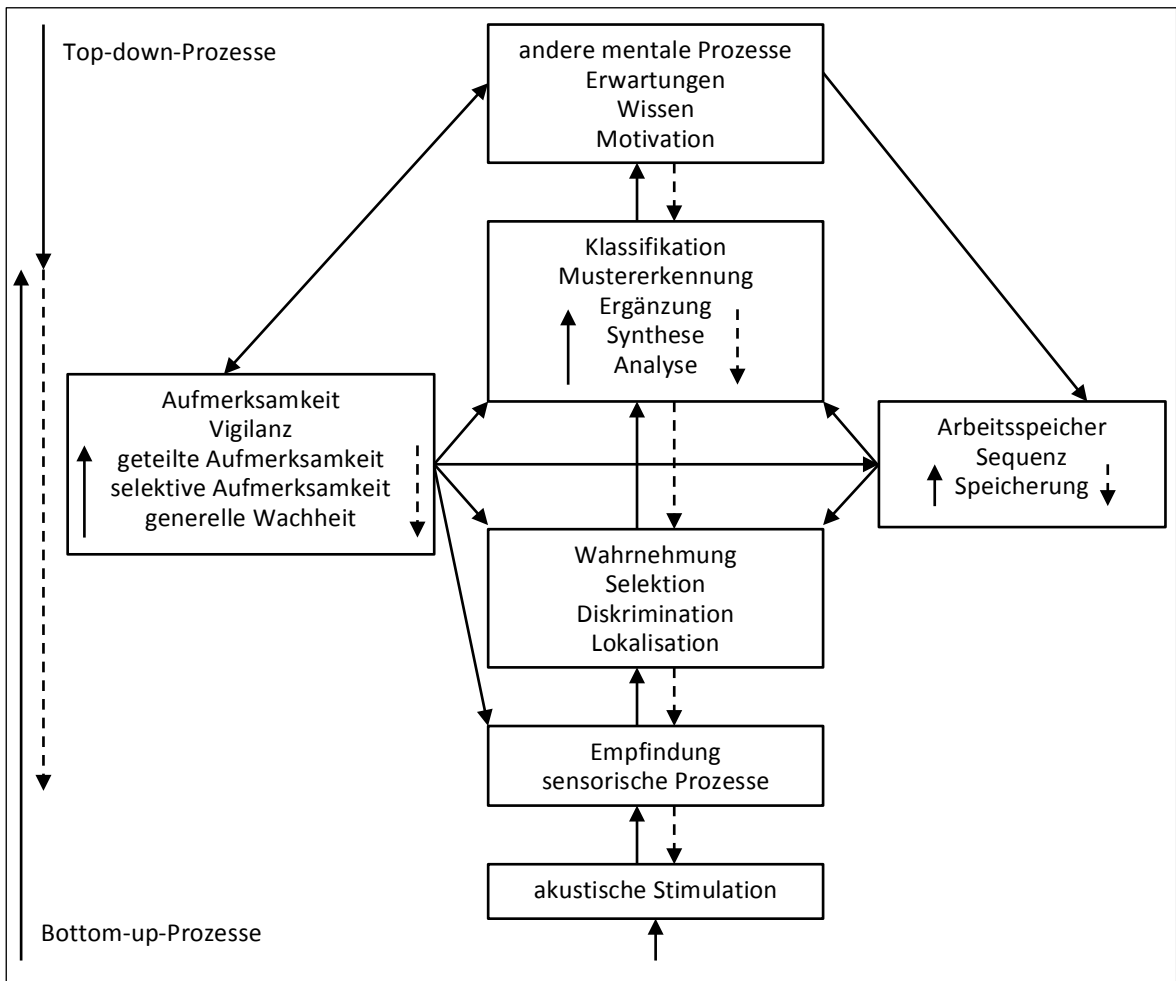
## **Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung**

Die Prozesse der Verarbeitung und Wahrnehmung akustischer Signale sind eng miteinander verbunden und netzwerkartig organisiert [34]. Die auditive Verarbeitung und Wahrnehmung werden in einzelne auditive Teilleistungen gegliedert [35, 36]. Bezüglich der Anzahl und Bedeutung der auditiven Teilleistungen gibt es unterschiedliche Ansichten. So beschreibt Lauer [29] acht auditive Teilfunktionen und die American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) [37] sechs auditive Funktionen. Nickisch differenziert 14 Teilfunktionen (Tabelle 1), die für die vorliegende Arbeit maßgeblich sind. Unterschiedliche Ansichten herrschen auch in der Zuordnung der sprachbasierten auditiven Teilleistungen (auditive Aufmerksamkeit, auditives Gedächtnis, auditive Synthese, phonologische Bewusstheit, Verstehen und Interpretieren auditiver Information). Auffälligkeiten dieser Teilleistungen werden im anglo-amerikanischen Raum den Sprachentwicklungsstörungen zugerechnet [37, 38], während sie im deutschsprachigen Raum zum Erscheinungsbild der AVWS zählen. Durch Einsatz von sprachbasierten Tests in der AVWS-Diagnostik wird eine nicht ausreichende Abgrenzbarkeit der AVWS gegenüber Sprachstörungen bemängelt [39].

Neben der Einteilung in auditive Teilleistungen sind die ineinander greifenden Prozesse Bottom-up und Top-Down für das Verständnis der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung von Bedeutung [29, 40, 41]. Bottom-up Prozesse verlaufen von peripher nach zentral und sind auf eine Sinnesmodalität (z. B. auditiv, visuell) beschränkt. Top-down Prozesse verlaufen dagegen von zentral und nehmen auf alle Sinnesmodalitäten Einfluss. Ein Modell, welches sowohl die Aufteilung in auditive Teilfunktionen als auch Bottom-up und Top-down Prozesse berücksichtigt, wurde von Lauer entwickelt (Abb. 2). Die auditiven Teilfunktionen werden hier den drei Wahrnehmungsebenen - Empfindung, Wahrnehmung und Klassifikation - nach Zimbardo zugeordnet [42].

**Tabelle 1:** Teilfunktionen der zentral-auditiven Verarbeitung und der zentral-auditiven Wahrnehmung nach Nickisch [40]

Teilfunktionen	Definition
<b>Verarbeitung</b>	
auditive Lokalisation	Ortung einer Schallquelle
auditive Selektion	Herausfiltern informationsrelevanter Schallereignisse aus Störgeräuschen
binaurale Summation	Verschmelzung beidseits unterschiedlicher Frequenzspektren eines Wortes
auditive Separation	Auswerten an jedem Ohr gleichzeitig einlaufender, aber unterschiedlicher Information (dichotisches Hören)
sprachgebundene Zeitauflösung	Sprachverstehen bei erhöhtem Tempo
Hördynamik	Spanne vom leisest hörbaren zum lautest hörbaren Schallereignis
psychoakustische Zeitverarbeitung	Erkennen und Differenzieren kürzester nonverbaler auditiver Ereignisse
auditive Differenzierung	Unterscheiden von Hörereignissen auf Geräusch-, Klang- und Phonemebene
<b>Wahrnehmung</b>	
auditive Identifikation	Erkennen von Hörereignissen auf Geräusch-, Klang- und Phonemebene
auditive Analyse	Heraushören von Einzelelementen auf Silben-, Wort-, Satz-, Textebene
auditive Synthese	Verknüpfen von Einzellauten zu Wörtern
auditive Aufmerksamkeit	Lenken der Aufmerksamkeit auf Schallereignissen (Horchen) über einen längeren Zeitraum
auditive Kurzzeitspeicherung	Merkfähigkeit für auditive oder auditiv-sprachliche Ereignisse (z.B. Geräusche, Wörter)
auditive Sequenzierung	Speichern von auditiven oder auditiv-sprachlichen Ereignissen in korrekter Reihenfolge



**Abb. 2:** Modell der zentral – auditiven Verarbeitung nach Lauer [29]: *Der Bottom-up Prozess beginnt mit der akustischen Stimulation und wird auf der Ebene der Empfindung von physikalischer Energie in neurale Aktivität umgewandelt. Auf der Stufe der Wahrnehmung werden die Merkmale des Wahrgenommenen festgehalten. Die Reize können lokalisiert und gegenüber den Umgebungsgeräuschen diskriminiert und selektiert werden. Auf der Ebene der Klassifikation werden die Eigenschaften des Wahrgenommenen in vertraute Kategorien eingeordnet. Die von oben verlaufenden Top-down Prozesse, zu denen höhere mentale Funktionen wie u.a. Erwartungen, Wissen, Motivation zählen, nehmen dabei Einfluss auf das Wahrnehmungsergebnis. Die Teilfunktionen „Aufmerksamkeit“ und „Speicherung und Sequenz“ haben in diesem Modell einen besonderen Stellenwert, da sie auf mehrere Ebenen der Verarbeitung Einfluss nehmen.*

### **1.3 Musikalität und Möglichkeiten ihrer Erfassung**

In der Musikalitätsforschung gab es zahlreiche Versuche den Begriff Musikalität und musikalische Begabung zu beschreiben. Eine einheitliche Definition für die Musikalität gibt es bisher nicht. Die meisten Autoren beschreiben verschiedene Komponenten der Musikalität mit dazugehörigen musikalischen Fähigkeiten. Über den Zusammenhang der einzelnen Komponenten der Musikalität herrscht keine einheitliche Meinung [43, pp. 62-83.].

Es werden angeborene musikalische Fähigkeiten und erworbene, durch die Umwelt beeinflusste musikalische Fähigkeiten differenziert. Je nach Autor und seinem Verständnis für Musikalität werden in Musikalitätstests unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt. Musikalische Begabungstests sollen das angeborene, von Lernerfahrung unabhängige musikalische Potential messen. Dagegen messen Leistungstests erlernte musikalische Fähigkeiten. Daneben gibt es Tests, die die vokalen und instrumentalen Leistungen erfassen und weitere Tests, die die musikalische Einstellung, Motivation und Vorlieben prüfen. Eine andere Testgruppe erfasst die Musikalität bei Vorliegen einer Amusie. Es gibt sowohl standardisierte als auch informelle Verfahren, bei denen Testgütekriterien durch Erfahrung ersetzt werden. Im folgenden Abschnitt ist eine Auswahl der für diese Arbeit relevanten Sichtweisen und Musikalitätstests dargestellt.

Der Chirurg Theodor Billroth definiert als einer der ersten in seinem Buch „Wer ist musikalisch“ den Begriff Musikalität und die Fähigkeiten eines musikalischen Menschen [44]. Nach Billroth sind akustische Wahrnehmungsfähigkeiten für Rhythmen, Tonhöhen und Klangfarben grundlegend für die Musikalität. Diese Fähigkeiten sind angeboren und treten in unterschiedlichen Ausprägungsgraden in Erscheinung, sie sind aber auch durch Erfahrung beeinflussbar. Die Fähigkeit, eine Melodie aufzufassen, zu behalten und sie richtig zu reproduzieren zeichnet nach Billroth einen musikalisch talentierten Menschen aus.

In der Literatur wird bei der Betrachtung der Musikalität von zwei wesentlichen Strukturmodellen ausgegangen: dem multifaktoriellen und Generalfaktor-Modell [43, pp. 100-123]. So lässt sich die Musikalität beim multifaktoriellen Modell in einzelne, unabhängige Fähigkeiten gliedern. Dementsprechend gestaltet ist ein standardisierter Test von Seashore (Measures of Musical Talents, 1919, 10-22 Jahre), der einzelne

musikalische Fähigkeiten überprüft. Untersucht werden die sensorischen Fähigkeiten: Unterscheidung von Tonhöhen, Lautstärke, Tondauer, Klangfarbe sowie Gedächtnis (Vergleiche von rhythmischen und melodischen Folgen).

Dagegen wird beim Generalfaktormodell die Musikalität als eine ganzheitliche Fähigkeit mit unterschiedlichen, voneinander nicht unabhängigen Dimensionen angesehen. So wird die Musikalität im Test von Wing (Standardized Tests of Musical Intelligence, 1961, 8-17 Jahre) in einer Gesamtleistung angegeben. Überprüft werden hier die auditiven Fähigkeiten: Akkordanalyse, Tonhöhenänderung, Melodiegedächtnis und die musikalische Urteilsfähigkeit für Rhythmus, Harmonie, Intensität und Phrasierung.

Ähnlich gestaltet ist der Test von Arnold Bentley (Measures of Musical Abilities, 1966, 7-14 Jahre), der die Musikalität als eine geschlossene Fähigkeit mit einzelnen Teilleistungen betrachtet. Er prüft die basalen musikalischen Fähigkeiten: Tonhöhenunterscheidung, Akkordanalyse, Ton- und Rhythmusgedächtnis.

Nach Gordon ist die Grundlage musikalischer Begabung die Fähigkeit, Musik die nicht tatsächlich physikalisch erklingt, vorzustellen, zu verstehen und „in ihr zu denken“. Diese Fähigkeit bezeichnet er als „Audiation“. Gordon definiert die musikalische Begabung durch etwa 20 verschiedene, voneinander unabhängige aber sich gegenseitig beeinflussende Fähigkeiten [45]. Im Entwicklungsstadium, bis zu einem Alter von etwa neun Jahren, wird die musikalische Begabung mithilfe zweier Untertests zur Tonvorstellung und Rhythmus gemessen, wobei Höraufgaben hinsichtlich ihrer Identität verglichen werden (Primary Measures of Music Audiation, PMMA, 1979, 5-8 Jahre). Die stabilisierte musikalische Begabung, die etwa ab dem 9. Lebensjahr erreicht ist, wird mit sieben Untertests zum tonalen und rhythmischen Vorstellungsvermögen sowie musikalischer Urteilsfähigkeit überprüft (Musical Aptitude Profile, MAP, 1965, 9-17 Jahre).

Ein mit dem PMMA von Gordon vergleichbarer, computerbasierter Musikalitätstest von Vanecek et al. [46] überprüft das Tonhöhenunterscheidungsvermögen sowie die Wahrnehmung von Rhythmen mithilfe des Wiener Walzer Tests (Wiener Test für Musikalität, 2004, Vor- und Grundschulalter).

Ein weiteres informelles Musikscreening von Jungbluth und Hafen (Musikscreeningtest, 1997, 5-11 Jahre) besteht aus einem Gruppen- und Einzeltest und soll der Objektivierung des Lehrerurteils dienen [47]. Im Gruppentest wird die musikalische Wahr-

nehmung durch den Vergleich von Melodien, rhythmischen Figuren und Metren sowie Unterscheidung von Tonhöhen und Tonlängen gemessen. Der Einzeltest überprüft reproduktive Fähigkeiten: Nachsingen eines Liedes, Nachspielen von Rhythmen und Ausführen eines vorgegebenen Metrums.

Andere Autoren sehen die Musikalität als eine Form der Intelligenz an. Gardner [48] differenziert sieben verschiedene Bereiche der Intelligenz mit zugehörigen Fähigkeiten, die unabhängig voneinander sind. Er unterscheidet die musikalische, linguistische, räumliche, körperlich-kinästhetische, logisch-mathematische, intrapersonale und interpersonale Intelligenz. Er geht davon aus, dass die Musikalität bestimmten Hirnregionen zugeordnet werden und deswegen als ein eigenständiger Bereich betrachtet werden kann.

Isolierte Störungen der Musikverarbeitung, sogenannte Amusien, werden bei Patienten mit neurologischen Schädigungen beschrieben [49]. Die Amusieforschung befasst sich damit, Gehirnareale zu identifizieren, die speziell für die Musikverarbeitung verantwortlich sind. Eine Reihe von Musikalitätstests wurde speziell für diese Fragestellung entwickelt. Ein weit verbreitetes Verfahren von Peretz et al. (Montreal Battery of Evaluation of Amusia, MBEA, 2003) beinhaltet Aufgaben zum Arbeitsgedächtnis, Metrum, Rhythmus, Intervall, Kontur und Tonart [50].

Einen detaillierten Überblick der Musikalitätstests sowie die unterschiedlichen Definitionen der Musikalität geben Gembris [43, pp. 100-123] und La Motte-Haber [51, pp. 288-293]. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es grundlegende musikalische Fähigkeiten zu untersuchen, jedoch nicht alle Komponenten der Musikalität zu erfassen. Schwerpunkte wurden auf das musikalische Gehör [52]; auf die Fähigkeit Melodien aufzufassen, zu behalten und zu reproduzieren [44]; das musikalische Arbeitsgedächtnis [52] und auf den Sinn für Rhythmik [53] gelegt. Neben rezeptiven sollen auch reproduktive musikalische Fähigkeiten untersucht werden. Da nur wenige der veröffentlichten Musikalitätstests geeignet sind, sollte für die Untersuchung der musikalischen Fähigkeiten bei AVWS-Patienten eine eigene Untersuchungsmethode entwickelt werden.



## **1.4 Fragestellung**

In der vorliegenden Arbeit sollen folgenden Fragestellungen bearbeitet werden:

1. Unterscheiden sich Kinder mit AVWS in musikalischen Fähigkeiten signifikant von einer Stichprobe gleichaltriger Kinder ohne AVWS? Zur Überprüfung der musikalischen Fähigkeiten sollte eine Untersuchungsmethode entwickelt werden.
2. Gibt es einen korrelativen Zusammenhang zwischen auditiven Teilleistungen und musikalischen Fähigkeiten bei Kindern mit AVWS?
3. Weisen musikalisch geförderte Kinder bessere musikalische Fähigkeiten auf als musikalisch nicht geförderte Kinder?

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Untersuchungsmethode zur Messung musikalischer Fähigkeiten (MMF)**

Mit der im Folgenden beschriebenen Untersuchungsmethode wurden musikalische Fähigkeiten sowohl bei der Patienten- als auch bei der Kontrollgruppe überprüft. Die Messung musikalischer Fähigkeiten (MMF, Anhang 1) wurde in Anlehnung an bestehende Musikalitätstests und gängige Aufnahmekriterien an Musikschulen in Zusammenarbeit mit Prof. Anatoly Vodovoz (Kreismusikschule Helmstedt) speziell für diese Fragestellung entwickelt. Die Versuchsleiter der vorgelegten Studie verfügen über eine musikalische Ausbildung. Diese Untersuchungsmethode ist bisher nicht veröffentlicht. Die Untersuchungsmethode sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- Erfassung grundlegender musikalischer Fähigkeiten, aber nicht hoher musikalischer Leistungen oder Begabungen,
- Auslegung als Individualuntersuchung ohne großen technischen sowie zeitlichen Aufwand,
- einfache Durchführbarkeit für Versuchsleiter und Probanden; die Aufgabenstellung sollte für die Altersgruppe 5 - 15 Jahre geeignet und verständlich sein,
- möglichst keine Voraussetzung musikalischen Vorwissens, d. h. Vermeidung von musikalischen Fachbegriffen und Notenschrift, um den Einfluss musikalischer Vorbildung so gering wie möglich zu halten,
- Berücksichtigung sowohl rezeptiver (z. B. Tonhöhen und Lautstärke unterscheiden, Melodien und Rhythmen als gleich und verschieden identifizieren) als auch produktiver (z. B. Rhythmen nachklopfen, Töne oder Lieder nachsingen) Aufgaben,
- Ergebnisse der Untersuchung müssen quantifizierbar und vergleichbar sein.

Vor der Verwendung der MMF in der Studie wurde zunächst an 10 Probanden eine Vortestung vorgenommen. Hier wurden gehäuft Fehler vor allem am Anfang jeder einzelnen Aufgabe beobachtet. Um diese zu vermeiden und zu gewährleisten, dass die Aufgabenstellung richtig verstanden wurde, wurde eine Demonstration der Aufgaben durch den Untersucher vorgesehen. Die Probeaufgabe war auch hilfreich bei Kindern, die Hemmungen hatten Töne oder ein Lied zu singen. Der Umfang der Untersuchung wurde so kurz wie möglich gehalten um Konzentrationsfehler zu vermeiden.

Die Untersuchung besteht aus vier Aufgaben und kann innerhalb einer Viertelstunde mit Hilfe eines Klaviers oder Keyboards durchgeführt werden.

#### 1. Töne nachsingen

Fünf verschiedene Töne werden vom Versuchsleiter auf einem Klavier bzw. Keyboard vorgespielt. Diese sollten vom Probanden nachgesungen werden. Die Töne sollen so gewählt werden, dass sie innerhalb des Singbereiches des Probanden liegen. Jeder richtig wiedergegebene Ton wird mit einem Punkt bewertet.

#### 2. Tonhöhenunterscheidung

Es werden fünf Tonpaare vorgespielt, für die jeweils angegeben werden soll, welcher der beiden Töne höher ist, oder ob beide Töne gleich hoch sind. Die Intervalle zwischen beiden Tönen variieren in allen fünf Aufgaben (Oktave bis Prime). Die Tastatur sollte für den Probanden nicht sichtbar sein, so dass er die Aufgaben nur mithilfe des Gehörs löst. Ein Punkt wird vergeben, wenn der Proband den jeweils höheren Ton erkennt.

#### 3. Rhythmusreproduktion

Fünf rhythmische Muster, bestehend aus drei, vier und fünf gleichfrequenten Tönen, werden vorgegeben und müssen wiedergegeben werden. Bei der Probeaufgabe sitzt der Proband dem Versuchsleiter gegenüber. Bei den Bewertungsaufgaben wird der Proband aufgefordert, sich umzudrehen, damit er den Rhythmus nur hört. Die Dauer der Töne ist durch Punkte (für kurz) oder Striche (für lang) angegeben, der Strich ist jeweils auch der betonende Teil. Jede richtig gelöste Aufgabe wird mit einem Punkt bewertet.

#### 4. Melodiereproduktion

Der Proband soll ein einfaches, ihm bekanntes Kinderlied vorsingen. Bei der Auswertung ist die Melodieführung und Rhythmus ausschlaggebend, Abweichungen vom Text spielen keine Rolle. Wird das Lied melodie- und rhythmusgetreu wiedergegeben, so werden zwei Punkte vergeben. Bei Fehlern aber noch erkennbarer Melodieführung, ein Punkt. Wenn keine Melodie erkennbar ist, wird kein Punkt vergeben (max. 2 Punkte).

Die Auswertung erfolgt durch Addition der erreichten Punkte. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 17 Punkte

## **2.2 Patientengruppe**

Teilnehmer dieser Studie sind Patienten, die in der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie an der HNO-Klinik der OvGU Magdeburg behandelt wurden. Die Untersuchung der musikalischen Fähigkeiten wurde im Rahmen der AVWS-Diagnostik von Logopäden durchgeführt. Dies hatte den Vorteil, dass auf einen zusätzlichen Untersuchungstermin verzichtet werden konnte. Patienten, die sich bei der AVWS-Diagnostik als unkooperativ erwiesen hatten, wurden ausgeschlossen und nur zur Untersuchung bereite Kinder eingeschlossen. Die Teilnahme war freiwillig und erfolgte nach Einwilligung der Eltern. Die Untersuchungen der Patientengruppe fanden im Zeitraum März 2009 bis Mai 2012 statt. Die Zustimmung der Ethikkommission liegt vor (Nummer des Bescheides 32.12).

Einschlusskriterien:

- AVWS – Patienten mit Einschränkungen in mindestens zwei auditiven Funktionsbereichen,
- Altersgruppe 5 – 15 Jahre.

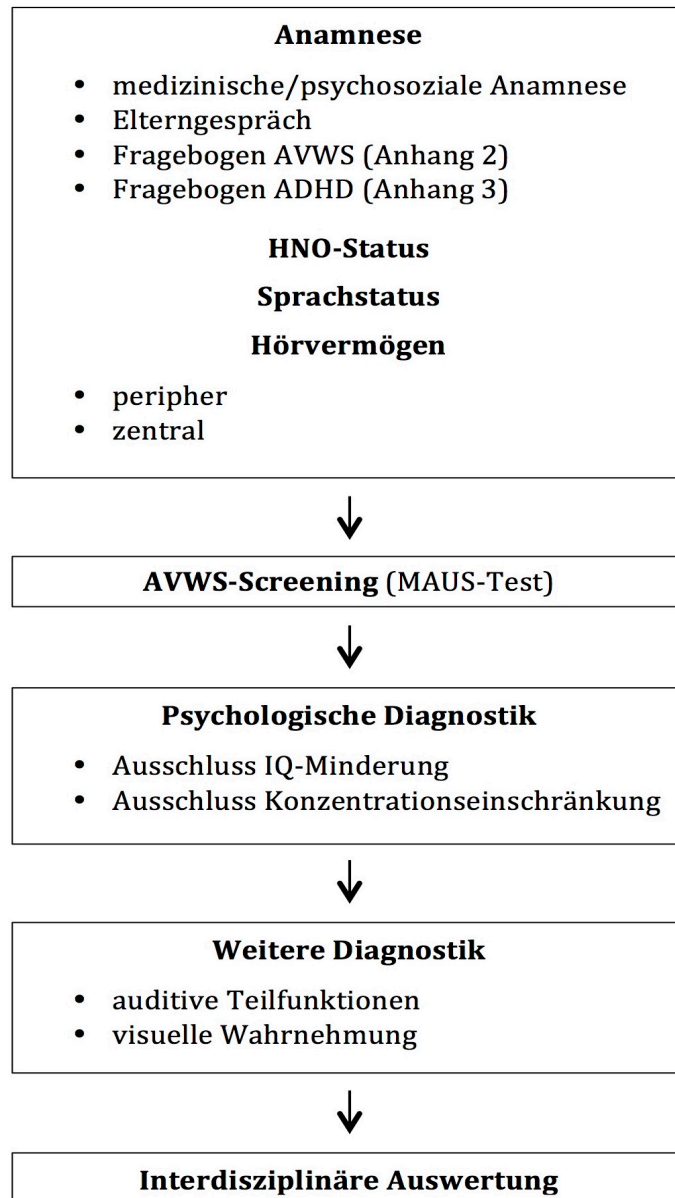
Ausschlusskriterien:

- AVWS bei multimodaler Störung,
- AVWS bei IQ-Minderung,
- Mehrsprachigkeit.

### **2.2.1 Untersuchungsmethoden der Patientengruppe**

In der AVWS-Diagnostik (Abb. 3) wird neben dem HNO- und Sprachstatus die medizinische und psychosoziale Anamnese erhoben, sowie der von der DGPP empfohlene AVWS-Fragebogen (Anhang 2) und ein Fragebogen zur Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störung (Anhang 3) ausgefüllt. Nach Ausschluss von peripheren Hörstörungen, primären Sprachverständnisstörungen, IQ-Minderung und primären Konzentrationseinschränkungen erfolgt bei auffälligem AVWS - Screening mit dem Münchner Auditiven Screeningtest (MAUS) weitere Diagnostik. Die psychologische Diagnostik erfolgt an kooperierenden Einrichtungen (Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Fachklinikum Uchtspringe, Salus gGmbH und AWO Soziale Dienste Hal-

berstadt gGmbH). Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse findet im interdisziplinären Arbeitskreis statt [54]. Das Untersuchungsinventar der AVWS-Diagnostik (Abb. 4) stützt sich auf die Empfehlungen von Nickisch [40] und AVWS-Leitlinien der DGPP [13, 12].



**Abb. 3:** Ablauf der AVWS-Diagnostik, Phoniatrie und Pädaudiologie OvGU Magdeburg (2009-2012)

### ***Untersuchung des Hörvermögens***

peripher	→ Reintonaudiometrie
	→ Sprachaudiometrie
	→ TEOAE
	→ Tympanometrie
	→ BERA
zentral	→ Stapediusreflexaudiometrie/BERA

### ***Untersuchung der auditiven Teilfunktionen***

<b>Auditive Wahrnehmung</b>	
Identifikation	→ Phonemidentifikation (MAUS)
Speicherung, Sequenzierung	→ Silbenfolgen (MAUS)
	→ Zahlenfolgegedächtnis (PET)
	→ Textgedächtnis (HSET)
Synthese	→ Laute verbinden, Worte ergänzen (PET)
<b>Auditive Verarbeitung</b>	
Selektion	→ Wörter im Störgeräusch (MAUS)
	→ Sprachaudiometrie mit Störgeräusch
Separation	→ Dichotischer Sprachtest nach Uttenweiler
Sprachgebundene Zeitauflösung	→ Test mit zeitkomprimierter Sprache (Nickisch)
Hördynamik	→ Unbehaglichkeitsschwelle
Differenzierung	→ Phonemdifferenzierung (MAUS)
	→ Hannover'scher Lautdiskriminationstest (HLDT)
<b>Zusatzuntersuchungen</b>	
Lesetest	→ Zürcher Lesetest (ZLT)
Schreibtest	→ Diagnostischer Rechtschreibtest (DRT)

### ***Untersuchung der visuellen Wahrnehmung***

Symbolfolgen-Gedächtnis	→ Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET)
Visuo-motorische Koordination	→ Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung (FEW)
Figur-Grund-Unterscheidung	
Formkonstanz	
Lage-Raum-Beziehung	
Räumliche Beziehung	

### ***Psychologische Diagnostik an kooperierenden Einrichtungen***

Intelligenzprofil	→ HAWIK III
	→ Snijders-Oomen Non-verbaler Intelligenztest
Konzentration	→ Testreihe zur Prüfung der Konzentrationsfähigkeit (TPK)
	→ Test D2 - Revision, Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest

**Abb. 4:** Untersuchungsverfahren auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen, Phoniatrie und Pädaudiologie OvGU Magdeburg (2009-2012). TEOAE = transitorisch evozierte otoakustische Emissionen, BERA = Brainstem evoked response audiometry, MAUS = Münchner auditiver Screeningtest, PET = Psycholinguistischer Entwicklungstest, HSET = Heidelberger Sprachentwicklungstest, HAWIK III = Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder III

Die Erhebung der Patientendaten und Untersuchungsergebnisse aus audiologischer, psychometrischer, logopädischer und HNO-ärztlicher Diagnostik erfolgte retrospektiv durch Einsichtnahme in die Krankenakten. Für die weitere Auswertung wurden mehrere diagnostische Parameter ausgewählt, entsprechende Untersuchungsverfahren sind im Folgenden erläutert:

- Geburtsdatum, Alter, Geschlecht,
- Händigkeit,
- Freizeitgestaltung,
- Diagnose und Komorbiditäten,
- Sprachstatus,
- Auditives Kurzzeitgedächtnis (Silben- und Zahlenfolgen),
- Auditive Selektion (Wörter verstehen im Störgeräusch),
- Auditive Differenzierung und auditive Identifikation,
- Auditive Ergänzung,
- Auditive Zeitauflösung,
- Auditive Separation.

Im *Sprachstatus* werden Sprachverständnis, Umgangssprache, Phonetik und Phonologie, Lexikon und Semantik, Morphologie und Syntax beurteilt. Die angewendeten Untersuchungsverfahren dabei sind der Wortverständnis- und Grammatiktest aus dem PET [55], der aktive Wortschatztest für 3-5 Jährige [56] und Wortschatz- und Wortfindungstest für 6-10 Jährige [57].

Der Münchner auditive Screening – Test (MAUS) [58] wird bei Kindern mit Verdacht auf AVWS eingesetzt und hilft bei der Entscheidung, ob eine AVWS unwahrscheinlich ist oder eine weitere pädaudiologische Diagnostik erfolgen muss. Er ist standardisiert und für den Altersbereich 6 - 11 Jahre normiert. Er gliedert sich in folgende Untertests, die alle in der vorliegenden Studie verwendet wurden:

*Auditives Kurzzeitgedächtnis (Silbenfolgen):* sinnlose Silbenfolgen aus sechs mal drei, vier und fünf Silben müssen wiederholt werden.

*Auditive Selektion (Wörter verstehen im Störgeräusch):* einsilbige Wörter, die mit einem sprachsimulierten Rauschen unterlegt sind, werden monaural dargeboten und sollen wiedergegeben werden.

*Auditive Differenzierung und Identifikation:* hier werden Konsonant-Vokal- und Konsonant-Konsonant-Vokal-Silbenpaare präsentiert. Die Silbenpaare sind sinnfrei, so dass keine Kompensation über die lexikalischen Fähigkeiten möglich ist. Zur Lautdifferenzierung soll das Kind entscheiden ob die Wörter gleich oder verschieden sind, bei der Lautidentifikation sollen Silbenpaare wiederholt werden.

Der Psycholinguistische Entwicklungs-Test (PET) [55] ist ein Individualtest zur Erfassung sprachbezogener kognitiver Funktionen. Für jeden Untertest des PET werden Rohpunkte ermittelt, die anhand von Normwerttabellen in einen T-Wert oder in Prozentränge umgewandelt werden können. Die Normwerte sind geschlechtsspezifisch und liegen für die Altersgruppe 3,0 - 9,11 Jahre vor. Der Test gliedert sich in 12 Untertests, von denen zwei für die vorliegende Untersuchung verwendet wurden:

*Auditives Kurzzeitgedächtnis (Zahlenfolgegedächtnis):* Zahlenreihen werden mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit von 2 Zahlen pro Sekunde gesprochen und sollen wiedergegeben werden, ihre Länge variiert zwischen 2 und 8 Zahlen.

*Auditives Ergänzen (Worte ergänzen):* prüft die Fähigkeit des Kindes, vorgegebene Wortfragmente zu ganzen Wörtern zu komplettieren. Die 36 Aufgaben sind von steigendem Schwierigkeitsgrad.

Der *Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache* [59, 60] beurteilt die zeitliche Verarbeitung von Schallereignissen. Einfache Sätze werden monaural bei 65 dB präsentiert. Die Sprechgeschwindigkeit wird während des Tests stufenweise bis auf maximal Faktor 2.2 gesteigert (zwischen 350 - 600 Silben pro Minute). Das Kind soll die Handlung entweder ausführen oder den Satz nachsprechen. Normwerte liegen als Mittelwerte mit einfacher Standardabweichung für 5-7 Jährige vor.

*Auditive Separation*, die Fähigkeit zwei unterschiedliche aber gleichzeitig eintreffende Schallereignisse zu differenzieren, wird mithilfe des dichotischen Hörtests nach Uttenweiler überprüft [61]. Hierbei werden zwei verschiedene Wörter gleichzeitig dargeboten, die wiederholt werden müssen. Nach Berger liegt der cut-off Wert bei 80 Prozent der Wörter.



## **2.3 Kontrollgruppe**

In die Kontrollgruppe wurden auditiv- und entwicklungsunauffällige Kinder im Alter zwischen 5 und 15 Jahren entsprechend den unten aufgeführten Ausschlusskriterien aufgenommen. Die Probanden wurden an allgemein bildenden Schulen ohne musikalischen Schwerpunkt (Grundschule "Am Glacis", Grundschule "Amsdorfstraße", Magdeburger Domgymnasium) und aus der Kinderklinik der OvGU Magdeburg rekrutiert. Nach Genehmigung der Schulleitung und Einwilligung der Ethikkommission des Universitätsklinikums OvGU Magdeburg erfolgten die Untersuchungen im Zeitraum von Mai bis September 2012. Die Daten der Kontrollgruppe wurden eigenständig durch die Promovendin erhoben.

Ausschlusskriterien:

- auditive Teilleistungsstörung,
- diagnostizierte AVWS,
- periphere Hörproblematik in der Anamnese,
- intellektuelle Minderbegabung,
- multimodale Störungen,
- Sprachentwicklungsstörung,
- Lese-Rechtschreib-Störung,
- Konzentrationsstörung,
- weitere Krankheitsbilder, die mit AVWS assoziiert werden,
- Mehrsprachigkeit.

### **2.3.1 Untersuchungsmethoden der Kontrollgruppe**

Mit Hilfe der Klassenlehrer wurden für die Studie altersgerecht entwickelte und unauffällige Kinder ausgewählt (Lehreranschreiben der Kontrollgruppe, Anhang 4). Im nächsten Schritt wurden die Eltern der für die Studie geeigneten Schulkinder in einem Anschreiben ausführlich informiert (Elternanschreiben der Kontrollgruppe, Anhang 5). Sofern sie einverstanden waren, gaben sie eine schriftliche Erklärung über die Teilnahme ihres Kindes an der Studie ab und füllten die beigefügten Fragebögen aus. Im Elternfragebogen (Anhang 6) wurden alle für die Ein- und Ausschlusskrite-

rien erforderlichen Probandendaten, sowie Informationen zur persönlichen, schulischen und anamnestischen Entwicklung des Kindes erfragt. Die Untersuchungen erfolgten im Laufe des Vormittags. Alle Probanden wurden in einem ruhigen Raum einzeln getestet.

#### Ausschluss peripherer Hörstörung

Anamnestische Angaben zum Hörvermögen der Kontrollprobanden wurden mithilfe des Elternfragebogens ermittelt. Über eine beidseitige Messung der TEOAE wurde eine periphere Hörstörung ausgeschlossen. Diese objektive audiometrische Screening Methode wurde aufgrund der Einfachheit und Schnelligkeit in der Durchführung eingesetzt.

#### Ausschluss der AVWS

Hinweise auf eine mögliche AVWS wurden mit dem Anamnesebogen zur Erfassung Auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (Anhang 2) ermittelt. Zusätzlich wurde ein Screening zur auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung (Anhang 7) durchgeführt, um auditiv unauffällige Kontrollprobanden zu selektieren. Die Aufgaben des Screening sind auf der WESTRA – CD Nr. 18 (Westra Digital Audiometric Discs 1997) veröffentlicht. Dieses Screeningverfahren überprüft die auditiven Teilbereiche auditive Differenzierung und auditives Kurzzeitgedächtnis, die im Folgenden näher erläutert sind.

#### *Auditive Differenzierung*

Der hier verwendete Hannoversche Lautdiskriminationstest (HLDT) besteht aus 66 Minimalpaaren, die in gleichmäßigen Abständen mit verdecktem Mundbild vorgeprochen werden. Nach jedem Wortpaar muss der Prüfling entscheiden, ob die gehörten Wörter gleich oder verschieden sind. Der Normwert für die Probanden liegt laut Schönweiler, Möller und Ptok [62] bei maximal vier Fehlerpunkten.

## *Auditives Kurzzeitgedächtnis*

- Zahlenfolgen: die Länge der zu wiederholenden Zahlenfolgen variiert von zwei bis sechs Zahlen entsprechend der Altersklasse. Normwerte liegen für die Altersklasse 3 – 9, 4 Jahre vor.
- Sätze: vorgegebene Sätze sollen vollständig reproduziert werden, ihre Länge variiert zwischen vier bis sechzehn Silben.
- Silbenfolgen: nach dem Vorbild des Mottiertests aus dem ZLT [63] müssen sinnlose Silbenfolgen mit steigender Länge, beginnend bei zwei Silben und endend bei sechs Silben, wiederholt werden. Die Normwerte stammen von Bohny [64].

## **2.4 Messdaten und statistische Auswertung**

### Messdaten

Die Erfassung der Patientendaten in audiometrischen und psychometrischen Untersuchungen erfolgte in Rohwerten, T-Werten und Prozenträngen. Die Ergebnisse aus dem MAUS-Test liegen als Rohwerte mit entsprechenden T-Wert-Bereichen vor. Die Ergebnisse aus der Untersuchung musikalischer Fähigkeiten (MMF) der Patienten und der Kontrollgruppe sind als Rohpunkte angegeben.

### Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit Microsoft Excel (2010, Microsoft Corporation) und dem SPSS Software Programm (Version 19.0, SPSS Inc.) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biometrie und medizinische Informatik der OvGU Magdeburg.

Zur Auswertung der personenbezogenen Daten der Probanden wurden deskriptive Methoden der Statistik (statistische Maßzahlen, Häufigkeiten, graphische und tabellarische Darstellung) angewandt. Vergleiche zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe wurden mit dem nichtparametrischen Mann-Whitney-U Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Zusammenhänge zwischen zwei Variablen (musikalische und audiometrische Leistungen) wurden durch Berechnungen von Korrelationen nach Spearman ermittelt.

Der Korrelationskoeffizient  $r$  dient als Maß für Enge und Richtung des Zusammenhangs [65]. Der Wertebereich von  $r$  liegt zwischen  $-1$  und  $+1$ , die Richtung des Zusammenhangs kann positiv oder negativ sein. Die Größe von  $r$  für positiven Zusammenhang wurde wie folgt bewertet:  $r = 0$ : keine Korrelation;  $r = 1$ : perfekte Korrelation;  $0,0 - 0,2$ : sehr schwache Korrelation;  $0,2 - 0,4$ : schwache Korrelation;  $0,4 - 0,6$ : mittlere Korrelation;  $0,6 - 0,8$ : starke Korrelation;  $0,8 - 1$ : sehr starke Korrelation. Negative Korrelationen werden wie positive bewertet, die Beziehung zwischen zwei Variablen ist dann allerdings gegensinnig.

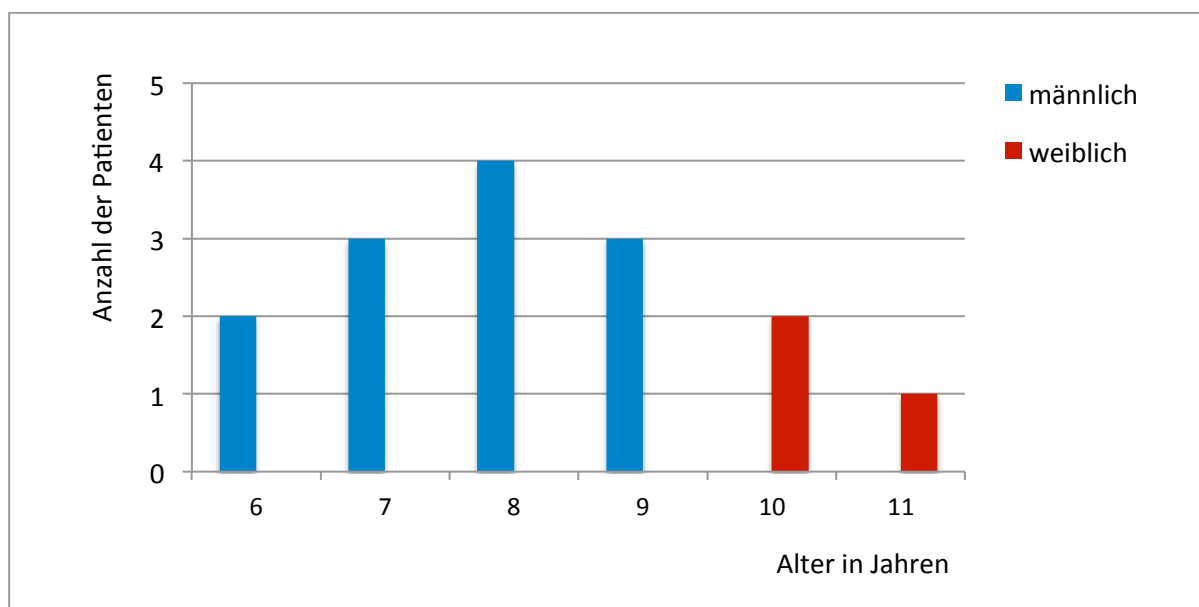
Von einer statistischen Signifikanz der Ergebnisse wird bei einem  $p$ -Wert  $\leq 0,05$  ausgegangen. Bei einem  $p$ -Wert  $\leq 0,01$  gilt das Ergebnis als hochsignifikant, bei  $p \leq 0,001$  als höchstsignifikant.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Patientengruppe

##### 3.1.1 Stichprobe

Bei 94 Patienten wurden musikalische Fähigkeiten überprüft und Untersuchungsergebnisse aus der AVWS-Diagnostik erhoben. Entsprechend den Ein- und Ausschlusskriterien konnten davon 27 Patienten in die Studie aufgenommen werden. Für den Vergleich der musikalischen Fähigkeiten mit Kontrollprobanden wurden die Daten von 15 Patienten verwendet. Die Patientengruppe umfasst 3 Mädchen und 12 Jungen im Alter zwischen 6 und 11 Jahren (Abb. 5). Unter den Patienten sind 13 rechtshändig und 2 linkshändig.

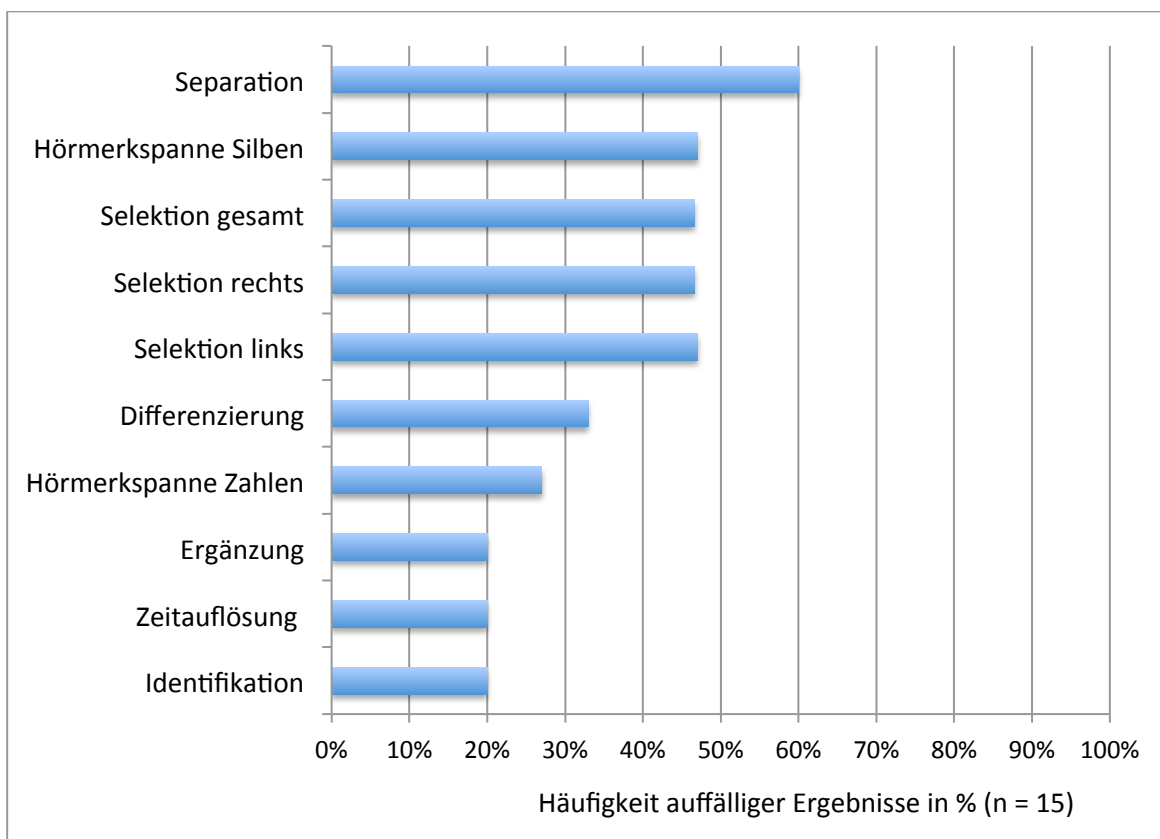


**Abb. 5:** Alters- und Geschlechterverteilung der Patientengruppe (n=15). Altersmittelwert ( $M$ ) 8,5 Jahre, Standardabweichung ( $SD$ ) 1,4 Jahre.

##### 3.1.2 AVWS-Diagnostik

Auffällige auditive Teilleistungen in der AVWS-Diagnostik für die gesamte Patientengruppe (n = 15) sind aus Abbildung 6 zu entnehmen.

Patienten mit einer AVWS und Einschränkungen in mindestens zwei auditiven Teilleistungen bei denen zum Zeitpunkt der Datenerhebung die interdisziplinäre Auswertung noch nicht stattgefunden hatte, wurden mit der Diagnose „Verdacht auf AVWS“ in die Patientengruppe aufgenommen. Verteilung der Diagnosen in der Patientengruppe stellt Tabelle 2 dar.



**Abb. 6:** Prozentuale Häufigkeit auffälliger Untersuchungsergebnisse der Patientengruppe (n = 15)

**Tabelle 2:** Diagnosen in der Patientengruppe (n=15)

Diagnose	Häufigkeit absolut	in %
Verdacht auf AVWS	4	26,6
Spezifische AVWS	4	26,6
Unspezifische AVWS	1	6,6
Einschränkungen auditiver Teilleistungen	6	40

### 3.1.3 Komorbiditäten

Bei 2 Patienten wurde eine Lese-Rechtschreib-Störung und bei weiteren 2 Patienten eine Lese-Rechtschreib-Störung in Kombination mit einer sekundären Konzentrationsminderung diagnostiziert (Tabelle 3).

**Tabelle 3:** Komorbiditäten der Patientengruppe (n=15)

<b>Komorbidität</b>	<b>Häufigkeit absolut</b>	<b>in %</b>
Lese-Rechtsschreib-Störung (LRS)	2	13,3
LRS und Konzentrationsminderung	2	13,3

### 3.1.4 Sprachstatus

Zwei Drittel der Patienten wies Auffälligkeiten in der sprachlichen Entwicklung auf (Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Sprachstatus der Patientengruppe (n=15). Bei einem Patienten liegt eine Sprachentwicklungsverzögerung und eine phonologische Störung vor

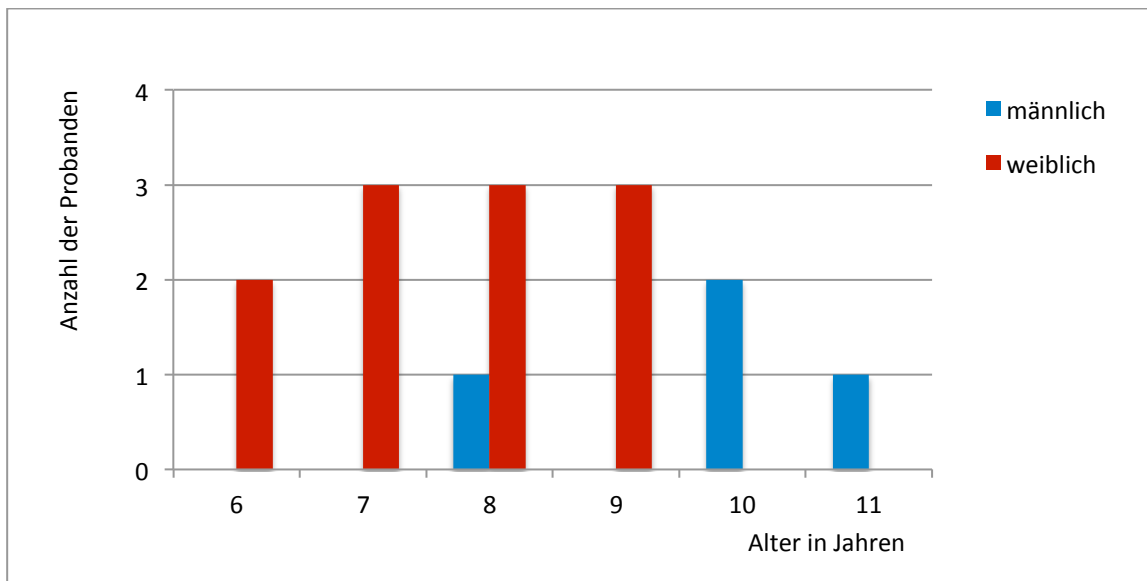
<b>Sprachstatus</b>	<b>Häufigkeit absolut</b>	<b>in %</b>
Sprachentwicklungsstörung	2	13,3
Sprachentwicklungsverzögerung	2	13,3
phonologische Störung	6	40
phonetische Störung	1	6,6
Normstatus	5	33,3

## 3.2 Kontrollgruppe

### 3.2.1 Stichprobe

In der Kontrollgruppe wurden 70 Fragebögen ausgeteilt. Bei 39 Kindern lag das Einverständnis der Eltern für die Untersuchung mit ausgefüllten Fragebögen vor, die Rücklaufquote beträgt 55 Prozent. Zwei Kinder wurden aufgrund einer Konzentrationsstörung ausgeschlossen, 4 Kinder waren am Untersuchungstag nicht anwesend. Entsprechend der Altersverteilung der Patientengruppe wurden 15 Kontrollprobanden im Alter zwischen 6 und 11 Jahren in die Studie aufgenommen, davon 11 Mäd-

chen und 4 Jungen (Abb. 7). Von den Kontrollprobanden sind 13 Rechtshänder, 1 Linkshänder und 1 Proband ohne Angabe bezüglich der Händigkeit.



**Abb. 7:** Alters- und Geschlechterverteilung der Kontrollgruppe (n=15). Altersmittelwert ( $M$ ) 8,6 Jahre, Standardabweichung ( $SD$ ) 1,4 Jahre.

### 3.2.2 Hörvermögen

Nach Angaben der Eltern (Elternfragebogen, Anhang 6) wiesen 73 Prozent der Kontrollprobanden keine früheren Hörerkrankungen auf (Tabelle 5). Bei 27 Prozent der Kontrollprobanden wurden anamnestisch eine Otitis media, Paukenergüsse, adenoide Vegetationen, häufige Infekte und Rhonchopathie angegeben.

Die Höreinschätzung durch die Eltern bei normaler Lautstärke war bei allen Probanden unauffällig. Die Ergebnisse im Hörtest im Rahmen der Schuleingangsuntersuchung bzw. U-Untersuchung waren bei 11 Probanden ohne auffälligen Befund, bei 4 Probanden lagen dazu keine Angaben vor.

Die beidseitige Messung der TEOAE hatte bei allen Kontrollprobanden unauffällige Ergebnisse gezeigt.



**Tabelle 5:** HNO-Anamnese und sprachliche Entwicklung der Kontrollprobanden n=15

HNO-Anamnese	Häufigkeit absolut	in %
Ohrerkrankungen		
keine Ohrerkrankungen	11	73,3
Mittelohrentzündung	1	6,6
Paukenergüsse	2	13,3
häufige Infekte	1	6,6
Polypen (Adenoide Vegetationen)	3	20
Schnarchen	1	6,6
Höreinschätzung		
ohne Probleme bei normaler Laustärke	15	100
mit Problemen bei normaler Lautstärke	0	0
Hörtest		
unauffälliger Befund	11	73,3
ohne Angaben	4	26,6

### 3.2.3 Sprachliche Entwicklung

Die sprachliche Entwicklung wurde bei 14 Probanden durch die Eltern als unauffällig beschrieben. Bei einem Probanden lag eine phonetische Störung (Sigmatismus interdentalis) vor, die logopädisch therapiert wurde.

### 3.2.4 Schulische Leistungen

Schulische Leistungen im Lesen, Rechtschreibung, Rechnen und Musik waren bei über 66 Prozent der Kontrollprobanden im Vergleich zu ihren Mitschülern nach Angaben der Eltern gleich oder besser. Bei 2 Kindern im Vorschulalter konnten dazu keine Angaben gemacht werden (Tabelle 6).

### 3.2.5 AVWS Screening

Die Ergebnisse im AVWS-Anamnesebogen (Anhang 2) zeigten keine bedeutsamen Auffälligkeiten. Im Screening zur auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung (Anhang

7) waren alle Kontrollprobanden im Test zur auditiven Differenzierung im Normbereich. Im Testbereich zum auditiven Kurzzeitgedächtnis zeigten sich bei 8 von 15 Probanden auffällige Ergebnisse: 5 Probanden lagen in der Hörmerkspanne für Zahlen, 1 Proband in der Hörmerkspanne für Sätze und weitere 5 Probanden im Mottier-test unterhalb der Norm.

**Tabelle 6:** Schulische Leistungen der Kontrollprobanden (n=15)

<b>Schulische Leistungen im Vergleich zu Mitschülern</b>	<b>Häufigkeit absolut</b>	<b>in %</b>
Lesen gleich oder besser	13	86,6
Lesen schlechter	0	0
ohne Angaben	2	13,3
Rechtschreibung gleich oder besser	11	73,3
Rechtschreibung schlechter	2	13,3
ohne Angaben	2	13,3
Aufsätze gleich oder besser	10	66,6
Aufsätze schlechter	1	6,6
ohne Angaben	4	26,6
Rechnen gleich oder besser	11	73,3
Rechnen schlechter	2	13,3
ohne Angaben	2	13,3
Textaufgaben gleich oder besser	11	73,3
Textaufgaben schlechter	1	6,6
ohne Angaben	3	20
Musik gleich oder besser	13	86,6
Musik schlechter	0	0
ohne Angaben	2	13,3

### 3.3 Vergleich der Probandengruppen

#### 3.3.1 Alter

Die beiden Gruppen (Patientengruppe, PG vs. Kontrollgruppe, KG) mit jeweils 27 Kindern zeigten im Mann-Whitney-U-Test einen signifikanten Altersunterschied ( $p = 0,008$ ; Patientengruppe:  $M$  8,0 Jahre,  $SD$  1,3 Jahre; Kontrollgruppe:  $M$  9,2 Jahre,  $SD$  1,4 Jahre). Da es für die MMF keine altersnormierten Standardwerte gab, die dies hätten

ausgleichen können, wurden die beiden Gruppen daher parallelisiert um den Altersunterschied zu eliminieren. Kinder für die es keinen gleichaltrigen Partner gab, wurden aus der Auswertung herausgenommen. Wenn mehrere mögliche gleichaltrige Partner vorhanden waren, wurde ein Datensatz nach dem Zufallsprinzip eliminiert. Es ergab sich eine Gruppe von jeweils 15 Probanden ohne signifikanten Unterschied bezüglich des Alters ( $p = 0,836$ ; Tabelle 7).

**Tabelle 7:** Mann-Whitney-U Test zum Vergleich des Alters zwischen Patienten ( $n=15$ ) und Kontrollprobanden ( $n=15$ )

	n	Alter (min. - max. Jahre)	Rangmittel	U	Z	P
Patienten	15	6,5 - 11,0	15,17	107,5	0,21	<b>0,836</b>
Kontrolle	15	6,5 - 11,3	15,83	117,5		

### 3.3.2 Geschlecht

Zwischen den beiden Gruppen mit jeweils 15 Probanden bestand nach der Parallelisierung ein erheblicher Unterschied in dem Verhältnis Jungen zu Mädchen (Jungen: 12 PG und 4 KG, Mädchen: 3 PG und 11 KG). Es wurde daher geprüft, ob Geschlecht einen signifikanten Einfluss hat. In Bezug auf die musikalischen Leistungen in der MMF hat das Geschlecht weder in Patienten- noch in der Kontrollgruppe einen signifikanten Einfluss (Tabelle 8). Die Daten von Jungen und Mädchen konnten daher gemeinsam verrechnet werden.

**Tabelle 8:** Mann-Whitney-U Test zum Vergleich der Geschlechter in der Messung musikalischer Fähigkeiten, MMF (*M*: Mittelwert, *SD*: Standardabweichung)

MMF	Geschlecht		Z	P
	weiblich n=14	männlich n=16		
<b>Gesamtpunktzahl</b> Rangmittel	16,79	14,38	0,75	<b>0,451</b>
U	130	94		
<i>M</i>	12,9	11,7		
<i>SD</i>	2,5	3,5		
<b>Töne nachsingen</b> Rangmittel	15,32	15,66	0,11	<b>0,916</b>
U	109,5	114,5		
<i>M</i>	3	2,9		
<i>SD</i>	1,4	1,7		
<b>Tonhöhe</b> Rangmittel	17,07	14,13	0,95	<b>0,341</b>
U	134	90		
<i>M</i>	3,9	3,4		
<i>SD</i>	1	1,4		
<b>Rhythmus</b> Rangmittel	16,93	14,25	0,93	<b>0,354</b>
U	132	92		
<i>M</i>	4,5	4		
<i>SD</i>	0,7	1,4		
<b>Melodie</b> Rangmittel	16	15,06	0,33	<b>0,744</b>
U	119	105		
<i>M</i>	1,4	1,3		
<i>SD</i>	0,5	0,7		

### **3.3.3 Händigkeit**

Die Verteilung der Händigkeit in der Patienten- und Kontrollgruppe mit jeweils 15 Probanden ist annähernd gleich. Rechtshänder sind mit jeweils 13 Probanden vertreten. Unter den Patienten sind zwei Linkshänder, bei den Kontrollprobanden ist ein Linkshänder und ein Proband ohne Angabe der Händigkeit.

### **3.3.4 Musikalische Förderung**

Aus der anamnestischen Datenerhebung waren in der gesamten Patientengruppe keine musikalischen Aktivitäten in der Freizeit bekannt. In der Kontrollgruppe (n=15) wurden 10 Probanden musikalisch gefördert (musikalische Früherziehung, Gesangsunterricht/Chor, Instrumentalunterricht). Im Vergleich zwischen musikalisch geförderten und musikalisch nicht geförderten Probanden gab es keine signifikanten Unterschiede bezüglich ihrer Leistungen in der MMF (Tabelle 9). Der Altersunterschied zwischen beiden Gruppen (musikalisch geförderte vs. nicht geförderte Kontrollprobanden) ist nicht signifikant ( $p = 0,11$ ).

## **3.4 Musikalische Fähigkeiten**

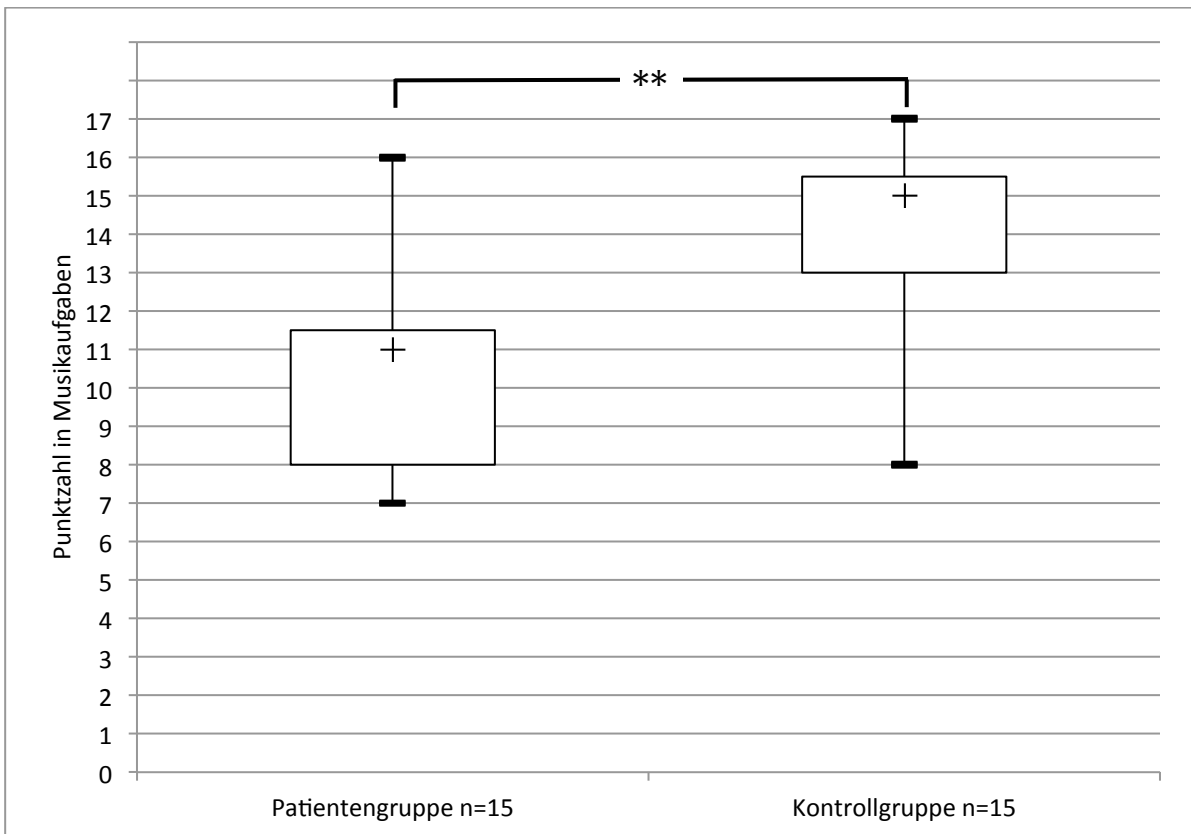
Die Ergebnisse der Patienten- und Kontrollgruppe unterscheiden sich signifikant in Aufgaben zur Tonhöhenunterscheidung, Rhythmus- und Melodiereproduktion sowie in der Gesamtpunktzahl der MMF. Im Nachsingen einzelner Töne gab es keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 10). Vergleichende Darstellung der Punktzahl in der MMF stellt Abbildung 4 dar.

**Tabelle 9:** Mann-Whitney-U Test zum Vergleich des Alters und Leistungen in der Messung musikalischer Fähigkeiten (MMF) zwischen musikalisch geförderten (n=10) und musikalisch nicht geförderten (n=5) Kontrollprobanden (*M*: Mittelwert, *SD*: Standardabweichung)

MMF	Probanden		Z	P
	musikalisch gefördert n=10	musikalisch nicht gefördert n=5		
<b>Alter der Probanden</b> Rangmittel	6,7	10,6	1,59	<b>0,111</b>
U	12	38		
<i>M</i>	8,2	9,4		
<i>SD</i>	1,5	1,0		
<b>Gesamtpunktzahl</b> Rangmittel	6,65	10,7	1,68	<b>0,093</b>
U	11,5	38,5		
<i>M</i>	13,0	15,6		
<i>SD</i>	2,8	1,5		
<b>Töne nachsingen</b> Rangmittel	6,5	11	1,90	<b>0,058</b>
U	10	40		
<i>M</i>	2,8	4,2		
<i>SD</i>	1,5	0,8		
<b>Tonhöhe</b> Rangmittel	7,45	9,1	0,74	<b>0,458</b>
U	19,5	30,5		
<i>M</i>	4,2	4,6		
<i>SD</i>	0,9	0,5		
<b>Rhythmus</b> Rangmittel	7,25	9,5	1,32	<b>0,188</b>
U	17,5	32,5		
<i>M</i>	4,5	5,0		
<i>SD</i>	0,8	0,0		
<b>Melodie</b> Rangmittel	7,25	9,5	1,08	<b>0,280</b>
U	17,5	32,5		
<i>M</i>	1,5	1,8		
<i>SD</i>	0,5	0,4		

**Tabelle 10:** Mann-Whitney-U Test zum Vergleich der musikalischen Leistungen in der Messung musikalischer Fähigkeiten (MMF) zwischen Patienten und Kontrollprobanden (*M*: Mittelwert, *SD*: Standardabweichung)

MMF	Patienten n=15	Kontrolle n=15	Z	P
<b>Gesamtpunktzahl</b> Rangmittel	19,8	11,2	2,70	<b>0,007</b>
U	177	48		
<i>M</i>	10,6	13,9		
<i>SD</i>	2,8	2,6		
<b>Töne nachsingen</b> Rangmittel	17,03	13,97	0,97	<b>0,330</b>
U	135,5	89,5		
<i>M</i>	2,7	3,3		
<i>SD</i>	1,6	1,3		
<b>Tonhöhe</b> Rangmittel	19,97	11,03	2,89	<b>0,004</b>
U	179,5	45,5		
<i>M</i>	3	4,3		
<i>SD</i>	1,2	0,8		
<b>Rhythmus</b> Rangmittel	18,87	12,13	2,34	<b>0,019</b>
U	163	62		
<i>M</i>	3,8	4,7		
<i>SD</i>	1,3	0,7		
<b>Melodie</b> Rangmittel	18,4	12,6	2,02	<b>0,043</b>
U	156	69		
<i>M</i>	1,1	1,6		
<i>SD</i>	0,6	0,5		



**Abb. 8:** Boxplot zur Verteilung der Punktzahl (Rohwerte) in der Messung musikalischer Fähigkeiten (MMF) bei Patienten und Kontrollprobanden

### 3.5 Auditive und musikalische Leistungen der Patienten

Folgende signifikante Zusammenhänge bestehen in der Korrelationsanalyse nach Spearman zwischen den audiometrischen Teilleistungen und Musikaufgaben der MMF bei AVWS-Patienten (n=15):

- auditive Differenzierung und Gesamtpunktzahl ( $r=0,70$ ;  $p=0,002$ ), Tonhöhe ( $r=0,45$ ;  $p=0,046$ ), Rhythmus ( $r=0,56$ ;  $p=0,014$ )
- auditive Selektion linksseitig und Rhythmus ( $r=0,44$ ;  $p=0,050$ )
- auditive Ergänzung und Melodie ( $r=0,62$ ;  $p=0,006$ )
- Hörmerkspanne für Zahlen und Gesamtpunktzahl ( $r=0,43$ ;  $p=0,053$ ), Tonhöhe ( $r=0,47$ ;  $p=0,036$ ), Rhythmus ( $r=0,42$ ;  $p=0,059$ )
- Hörmerkspanne für Silben und Melodie ( $r=0,46$ ;  $p=0,042$ )



## **4. Diskussion**

### **4.1 Kontrollgruppe**

#### **4.1.1 Stichprobe**

Für die Untersuchungen wurden mithilfe der Klassenlehrer und Eltern auditiv- und entwicklungsunauffällige Kinder mit durchschnittlichen schulischen Leistungen ausgewählt. Das aktuelle Hörvermögen war anamnestisch und in TEOAE-Messungen bei allen Kontrollprobanden unauffällig. Anamnestische Angaben zur Sprachentwicklung ergaben keine Hinweise für das Vorliegen einer aktuellen Problematik.

Die Kontrollgruppe umfasst 15 Kinder zwischen 6 und 11 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 8,6 Jahren (s. Abb. 7). Ursprünglich wurden 33 Kinder untersucht. Zunächst wurden, entsprechend der Altersverteilung der Patientengruppe, 6 Kontrollprobanden im Alter über 11,5 Jahre ausgeschlossen. Die so entstandene Kontrollgruppe mit 27 Kindern war im statistischen Vergleich mit der Patientengruppe signifikant älter ( $p=0,008$ ). Aufgrund fehlender Normierung der MMF wurden die Patienten- und die Kontrollgruppe parallelisiert. Dadurch wurden weitere 12 Kontrollprobanden ausgeschlossen und der signifikante Altersunterschied zwischen Patienten und Kontrollprobanden eliminiert ( $p=0,836$ ; s. Tabelle 7).

Die Kontrollgruppe besteht aus 11 weiblichen und 4 männlichen Probanden (s. Abb. 7) und unterscheidet sich signifikant zur Geschlechterverteilung der Patienten mit 12 Jungen und 3 Mädchen (s. Abb. 5). Der Zusammenhang zwischen der Musikalität und dem Geschlecht wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Laut Gembris ist das musikalische Talent nicht geschlechtsgebunden. Er sieht beispielsweise den relativ geringen Frauenanteil an Komponisten und Instrumentalisten nicht in der geringeren musikalischen Begabung der Frauen begründet, sondern in psychologischen und soziokulturellen Faktoren [43, pp. 172-208]. Eine Studie von Bastian stuft dagegen Mädchen im Alter zwischen 6 und 7 Jahren als musikalisch reifer ein als gleichaltrige Jungen. Jedoch sind Mädchen nur in musikalischen Reproduktionsleistungen (Nachsingen einer Melodie, Rhythmen nachspielen, Metren durch Marschieren oder Klatschen einhalten) signifikant besser. In musikalischen Wahrnehmungsleistungen (Melodien vergleichen, Tonhöhen unterscheiden, rhythmische Figuren/Tonlängen/Metrum vergleichen) lagen keine Unterschiede zwischen Jungen und

Mädchen vor [47]. Das in der vorliegenden Studie eingesetzte Musikscreening ist bisher nicht standardisiert. Für den Vergleich der musikalischen Leistungen zwischen der Patienten- und Kontrollgruppe wurde daher geprüft, ob das Geschlecht der Probanden die musikalischen Leistungen im MMF beeinflusst. Hier hat sich kein signifikanter Einfluss des Geschlechtes in beiden Gruppen gezeigt (s. Tabelle 8).

Die Verteilung der Händigkeit weist mit jeweils 13 Rechtshändern keinen erheblichen Unterschied zwischen Patienten und Kontrollprobanden auf. In der Literatur liegen teils kontroverse Angaben über die Zusammenhänge zwischen der Musikalität, Lateralität und Händigkeit vor. So zeigen *„Berufsmusiker bei analytischen Musikaufgaben stärkere linkshemisphärische, Laien stärkere rechtshemisphärische Aktivierung,“* [66]. Weitere Studien weisen einen Zusammenhang zwischen musikalischer Begabung und Linkshändigkeit nach [67]. Andere Untersuchungen belegen, dass bei Berufsmusikern sowohl eine Rechts- als auch eine Linkslateralisation vorliegt [68]. Eine weitere Untersuchung zeigt, dass die Musikalität bei Links- und Rechtshändern gleich ausgeprägt ist [69]. Aufgrund einer nahezu identischen Verteilung der Händigkeit ist der Einfluss der Händigkeit auf musikalische Leistungen in der vorliegenden Studie vernachlässigbar.

#### **4.1.2 Ausschluss der AVWS**

Zum Ausschluss einer AVWS wurde der AVWS-Anamnesebogen der DGPP verwendet (s. Anhang 2). Mit 35 Fragen werden die Bereiche Richtungsgehör, auditives Gedächtnis, auditive Diskrimination, Selektionsfähigkeit/Hören im Störschall und Geräuschüberempfindlichkeit erfasst. Der AVWS-Fragebogen wurde an ca. 400 Schülern der Klassen 1 - 4 normiert [70] und dient der standardisierten und strukturierten Anamneseerhebung in der AVWS-Diagnostik.

Die Auswertung des AVWS-Anamnesebogens in der Kontrollgruppe ergab keine Hinweise für Einschränkungen im Bereich der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung.

Außerdem wurde in der Kontrollgruppe ein Screening zur auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung (s. Anhang 7) verwendet. Damit wurden die Teilbereiche auditive Differenzierung und auditives Kurzzeitgedächtnis für Zahlen, Sätze und Silben über-

prüft. Die Zusammensetzung der Aufgaben im Screening zur auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung (AVW) basiert auf Studienergebnissen von Nickisch und Wohlleben. Bei einer Untersuchung von Nickisch et al. an 79 Kindern mit modalitätsspezifischer AVWS konnten 94 Prozent der Probanden durch Einsatz des Lautdifferenzierungstests in Kombination mit dem Mottiertest erfasst werden [71]. Wohlleben [72] analysierte an 53 Kindern die Trennschärfe von 14 auditiven Testverfahren, die im deutschsprachigen Raum in der AVWS-Diagnostik zum Einsatz kommen. Durch die Kombination von drei Verfahren konnten 87 Prozent der Kinder als auditiv auffällig eingestuft werden. Davon waren 58 Prozent der Kinder im Untertest H1 des Heidelberger Lautdifferenzierungstests (H-LAD), der die Diskriminationsfähigkeit und das auditive Kurzzeitgedächtnis überprüft, auffällig. Weitere 29 Prozent der Probanden wurden mit dem dichotischen Sprachtest nach Uttenweiler und dem zeitkomprimierten Sprachtest erfasst.

Im vorliegenden Screening zur AVW wurde auf die Durchführung der beiden letztgenannten Untersuchungen, den dichotischen und zeitkomprimierten Sprachtest, verzichtet. Entsprechend den Forschungsergebnissen von Wohlleben sind diese beiden Tests weniger ausschlaggebend um auditiv auffällige Kinder zu identifizieren. Die Untersuchung der zeitkomprimierten Sprache findet in Screeningverfahren wie MAUS-Test [58] und SCAN-C Test [73] keine Verwendung, da nur wenige AVWS-Patienten mit dem zeitkomprimierten Sprachtest identifiziert werden. Das Screening zur AVW wurde aus zeitökonomischen Gründen auf die Testbereiche zur auditiven Differenzierung und auditivem Kurzzeitgedächtnis für Zahlen, Sätze und Silben reduziert.

Im Screening zur AVW waren alle Kontrollprobanden im Testbereich zur auditiven Differenzierung innerhalb der Norm. Im Testbereich zum auditiven Kurzzeitgedächtnis waren insgesamt 8 Kinder auffällig (vgl. Kapitel 3.2.5). In der Durchführung zeigten sich beim Mottiertest methodische Probleme. Dieser Test wurde an letzter Stelle durchgeführt, die Konzentration und Motivation der Probanden hat zu diesem Zeitpunkt nachgelassen. Da sich die Auffälligkeiten jeweils in einem Testbereich – dem auditiven Kurzzeitgedächtnis - gezeigt haben, wurden diese Einschränkungen nicht im Rahmen einer AVWS gewertet. Mindestens zwei auffällige auditive Teilfunktionen in unterschiedlichen Bereichen würden für das Vorliegen AVWS sprechen [34].

## **4.2 Patientengruppe**

### **4.2.1 Stichprobe**

Die Patientengruppe umfasst 15 Kinder im Alter zwischen 6 und 11 Jahren, davon 12 Jungen und 3 Mädchen (s. Abb. 5).

Die Stichprobengröße ist auf die Häufigkeit von AVWS zurückzuführen, die für das Kindesalter mit 2 – 3 Prozent [34], im angloamerikanischen Raum mit bis zu 8 Prozent geschätzt wird [40]. Eine vergleichbare Studie von Olakunbi et al. [21] umfasst 8 AVWS-Patienten.

Die Altersverteilung der Patienten mit einem Altersmittelwert von 8,5 Jahren ist vergleichbar mit Probandengruppen anderer AVWS-Studien [74, 75]. Im Grundschulalter wird ein Großteil der AVWS - Kinder auffällig, da mit dem Schuleintritt die Prozesse der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung verstärkt beansprucht werden. Nach Lauer [29, p. 31] kann eine AVWS vor dem fünften Lebensjahr nicht sicher diagnostiziert werden. Aufgrund interindividueller Entwicklungsunterschiede lassen sich die Fähigkeiten jüngerer Kinder begrenzt vergleichen, außerdem zeigen sie in der AVWS-Diagnostik wenig Kooperativität [76]. Bei über 12 Jährigen wird der Verdacht auf AVWS nicht so häufig gestellt, da sie bis zu diesem Alter lernen ihre Defizite zu kompensieren [77]. Aus Mangel an Normwerten für Untersuchungsverfahren der AVWS-Diagnostik für Kinder unter 6 und über 12 Jahren ist die Diagnosestellung außerhalb dieser Altersspanne schwierig [76].

Das Geschlechterverhältnis für AVWS wird in der Literatur mit zwei zu eins für Jungen zu Mädchen angegeben [34, 78, 79, 80], wobei keine Ursachen für die häufigere Inzidenz von AVWS bei Jungen angegeben werden. Weitere AVWS-Studien weisen ein höheres Verhältnis von Jungen zu Mädchen auf [81]. Mit einer Mehrheit an männlichen Probanden entspricht die Geschlechterverteilung der Patientengruppe somit den Angaben in der Literatur.

AVWS-Patienten die zwei- oder mehrsprachig aufwachsen wurden von der Studie ausgeschlossen. Laut Böhme [26] tritt eine typische AVWS bei Mehrsprachigkeit selten auf. Entsprechend den AVWS-Leitlinien ist die Untersuchung der sprachbasierten auditiven Fähigkeiten bei mehrsprachig aufwachsenden Kindern nicht aussagekräftig [12]. Bei Mehrsprachigkeit sollten die Untersuchungen daher idealerweise in allen

Sprachen erfolgen, eine AVWS-Symptomatik würde in allen verwendeten Sprachen in Erscheinung treten [82]. Ist dies nicht möglich, wird empfohlen die Untersuchungen auf nonverbale audiometrische Verfahren zu beschränken [82]. Die AVWS-Untersuchungen in mehreren Sprachen erfordern mehrsprachig ausgebildete Testleiter und würden aufgrund ohnehin mehrstündiger, für die Patienten belastender AVWS-Diagnostik einen erheblichen Aufwand bedeuten. Auch der Verzicht auf sprachgebundene Tests ist mit den diagnostischen Empfehlungen schwer zu vereinbaren, da diese einen wesentlichen Bestandteil der AVWS-Diagnostik im deutschsprachigen Raum bilden. Fehlende Normwerte für Untersuchungsverfahren in der AVWS-Diagnostik stellen einen weiteren Grund für den Ausschluss mehrsprachiger Kinder dar.

#### **4.2.2 AVWS Diagnostik**

Bei jedem Patienten liegen Einschränkungen in mindestens zwei auditiven Teilleistungen vor, wonach die Diagnosestellung einer AVWS empfohlen wird [34, 83, 84]. Somit konnten alle Patienten zu einer Gruppe zusammengefasst werden (s. Tabelle 2).

Die Patienten zeigen eine unterschiedlich ausgeprägte AVWS-Symptomatik (s. Abb. 6). In der AVWS-Diagnostik weisen die meisten Patienten Auffälligkeiten im dichotischen Hörtest (Separation, 60%), Hörmerkspanne für Silben (Mottiertest, 47%) und im Sprachverständnis im Störlärm (Selektion, 47%) auf.

Ähnliche Verteilung der auffälligen Tests in der Diagnostik zeigt eine Studie von Nickisch et al. [71]. Diese wurde an 79 Patienten mit modalitätsspezifischer AVWS erhoben und bildet die Grundlage für den MAUS-Screeningtest. Von insgesamt 13 Tests lagen die meisten Auffälligkeiten in der Hörmerkspanne für Silben (Mottiertest, 84%), auditiver Differenzierung (61%) und Sprachverständnis im Störlärm (Selektion 48%) vor. Durch die Kombination dieser drei Einzeltests können Kinder mit modalitätsspezifischer AVWS mit einer Sensitivität von 97 % identifiziert werden. Der dichotische Hörtest (Separation) war in der Studie von Nickisch et al. bei 42% der Patienten auffällig und zählt im Gegensatz dazu in der vorliegenden Patientengruppe nicht zu den drei am häufigsten auffälligen Teilleistungen.

Im Vergleich mit der eigenen Studie lässt sich die verschiedene Verteilung und Häufigkeiten der auffälligen Tests zum einen mit der unterschiedlichen Probandenzahl (79 Patienten bei Nickisch et al. vs. 15 Patienten in der vorliegenden Studie) erklären. Zum anderen wurden in beiden Studien teilweise verschiedene Untersuchungsverfahren zur Überprüfung auditiver Teilleistungen eingesetzt. Schließlich wurden die Daten von Nickisch et al. an Patienten mit einer spezifischen AVWS erhoben. Dagegen liegt eine spezifische AVWS in der eigenen Studie bei 4 Patienten vor (s. Tabelle 2). Aus diesen Gründen bleibt die Vergleichbarkeit beider Studien eingeschränkt. Einheitliche diagnostische Untersuchungsmethoden für AVWS sind notwendig.

#### **4.2.3 Komorbiditäten**

Im Rahmen der Diagnostik wurden bei AVWS-Patienten gravierende übergeordnete Störungen ausgeschlossen. Alle 15 Patienten weisen einen altersentsprechenden IQ auf. Die in der Patientengruppe beobachteten Nebenerkrankungen sind Auffälligkeiten in der sprachlichen Entwicklung, Lese-Rechtschreib-Störungen und Konzentrationsminderung.

#### Sprachentwicklungsstörungen (SES)

Bei 10 Patienten liegen Auffälligkeiten in der sprachlichen Entwicklung vor (s. Tabelle 2). Eine Sprachentwicklungsstörung bzw. -verzögerung mit Einschränkungen in den Modalitäten Sprachverständnis, Grammatik und Wortschatz weisen 4 Patienten auf, bei einem von ihnen ist zusätzlich zu den genannten Modalitäten auch die Phonologie betroffen. Weitere 5 Patienten zeigen eine rein phonologische Störung und ein Patient eine phonetische Störung.

Für gesunde Kinder werden die Prävalenzraten für Sprachentwicklungsstörungen mit zwischen 6 und 12 Prozent angegeben [85, 86, 87], wobei Jungen häufiger betroffen sind [88]. Ursächlich für eine Sprachentwicklungsstörung werden u. a. Beeinträchtigungen des peripheren Hörens gesehen [89, 90]. Störungen der rezeptiven und expressiven Sprachentwicklung können aber auch durch eine AVWS im Kindesalter verursacht werden [34]. Der Zusammenhang zwischen Sprachentwicklungsstörungen und AVWS wird kontrovers diskutiert, von den meisten Autoren jedoch befürwortet

[91, 92, 93, 94]. Genaue Angaben über die Häufigkeit und Geschlechterverteilung von Sprachentwicklungsstörungen bei AVWS liegen in der Literatur jedoch nicht vor. Eine Untersuchung von Wohlleben zeigt, dass Kinder mit AVWS häufiger in der Sprachentwicklung auffällig sind als gesunde Kinder [95]. Dies bestätigt die Auffälligkeiten im Sprachstatus bei Patienten der vorliegenden Studie. Im Sprachstatus der Patientengruppe haben sich keine primären Sprachverständniseinschränkungen gezeigt. Die Einschränkungen in der Phonologie, Sprachverständnis, Grammatik und Wortschatz wurden im Rahmen der Wahrnehmungsstörung gewertet bzw. als deren Symptom angenommen.

### Lese-Rechtschreib-Störung (LRS)

Eine Lese-Rechtschreib-Störung (LRS) weisen 4 Patienten dieser Studie auf (s. Tabelle 3). Bei 2 Patienten liegt die LRS in Kombination mit einer Konzentrationsminderung vor.

Im internationalen Vergleich tritt eine LRS in der Normalbevölkerung mit einer Häufigkeit von 4 bis 5 Prozent auf [96, 97], wobei Jungen häufiger betroffen sind als Mädchen [96, 98, 99, 100]. Einschränkungen des Lesens und der Rechtschreibung werden bei Kindern mit AVWS häufiger als in der Normalbevölkerung beschrieben. Eine Studie von Neuschaefer-Rube et al. [101] mit 49 AVWS-Patienten beschreibt gehäuft auffällige Befunde in der Lese-Rechtschreib-Diagnostik, dabei lagen in 78 Prozent der Fälle eine Dyslexie, bei 80 Prozent der Probanden eine phonologische Dysgraphie und orthographische Regelfehler vor.

In der Genese der Lese-Rechtschreib-Störung sind nach Schulte-Körne [102] genetische und Umweltfaktoren, kognitive Funktionen wie phonologische Bewusstheit und orthographisches Wissen sowie visuelle und auditive Verarbeitung von Bedeutung. Weitere wichtige Wahrnehmungsbereiche, die für das Sprechen-, Schreiben- und Lesenlernen grundlegend sind, bilden die optisch-graphomotorische, phonematisch-akustische, kinästhetisch-artikulatorische, melodisch-intonatorische und die rhythmisch-strukturierenden Differenzierungsfähigkeiten [103, pp. 26-54]. Der auditiven Verarbeitung wird in der Literatur eine entscheidende Rolle beim Erwerb der Schriftsprache zugesprochen [104 - 109]. Ein Ursachenmodell für die Sprachverarbeitung von Schulte-Körne et al. [31, pp. 146-161] beschreibt drei Ebenen der auditiven In-

formationsverarbeitung die bei einer LRS betroffen sein können. Die Sprachverarbeitung ist hierarchisch aufgebaut und basiert auf der Wahrnehmung nichtsprachlicher Reize, worauf die Wahrnehmung von Sprachreizen (u.a. die Lautunterscheidung) und die phonologische Bewusstheit (u. a. Silbengliederung, Verbinden von Lautfolgen, Erkennen von Klanggleichheiten etc.) aufbauen [110]. Im Gegensatz dazu sehen Suchodoletz et al. lediglich bei einer kleinen Subgruppe der Kinder mit Lese-Rechtschreib-Störungen die auditiven Defizite als eine relevante Ursache an [91].

Das bereits beobachtete häufige Auftreten einer Lese-Rechtschreib-Störung bei AVWS-Patienten wird mit den Daten dieser Studie bestätigt. Dieser Zusammenhang sollte allerdings nicht nur auf auditive Einschränkungen zurückgeführt werden, sondern alle oben genannten Ursachen einer Lese-Rechtschreib-Störung in Erwägung gezogen werden.

#### Konzentrationsstörung

Bei zwei Patienten liegt eine sekundäre Konzentrationsminderung in Kombination mit einer Lese-Rechtschreib-Störung vor (s. Tabelle 3).

Die Prävalenz für Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Störung (ADHS) wird mit 6 – 10 Prozent angegeben, Jungen sind etwa dreifach häufiger betroffen als Mädchen [111]. Eine Störung der Aufmerksamkeit tritt bei Kindern mit einer AVWS häufiger als bei Gesunden auf [112] und stellt eine wichtige Differentialdiagnose gegenüber einer AVWS dar. Die Symptomatik von AVWS und ADHS weist viele Überlappungen auf. Nach dem heutigen Stand der Forschung kann nicht sicher differenziert werden, ob es sich bei AVWS und ADHS um die gleiche Störung mit unterschiedlicher Symptomausprägung handelt [113] oder ob es zwei eigenständige Störungen sind, die gemeinsam auftreten [114]. Laut Chermak et al. ist eine Aufmerksamkeitsstörung im Rahmen einer AVWS auf die Defizite in der auditiven Wahrnehmung zurückzuführen, während sie im Rahmen einer ADHS eine Folge übergeordneter kognitiver Defizite darstellt [115]. Beide Störungen scheinen sich in der Reihenfolge und Relevanz der Symptome deutlich zu unterscheiden. Tabelle 11 stellt die für AVWS und ADHS typischen Verhaltensmerkmale dar [116].



Eine klare Abgrenzung zwischen beiden Störungsbildern ist mit heute vorhandenen Tests kaum möglich. Anamnestische Angaben zur Lautdiskrimination und zur Geräuschempfindlichkeit scheinen nach Ptok et al. eine wichtige Rolle bei der Differenzierung zwischen AVWS, Störung der Aufmerksamkeit mit oder ohne Hyperaktivität sowie Mischformen beider Störungen zu spielen [117]. Für AVWS spezifisch scheinen nach Norrelgen et al. [118] die Phonemdifferenzierung und Einschränkungen im Kurzzeitgedächtnis für Sinnlossilben zu sein, wogegen Kinder mit ADHS in diesen Teilfunktionen unauffällig sind. Nach Chermak et al. sprechen Auffälligkeiten in der Sprachaudiometrie im Störgeräusch und/oder eine Phonemverarbeitungsstörung für eine AVWS [115]. Weitere Untersuchungen zur Verbesserung der Differentialdiagnostik zwischen AVWS und ADHS sind Gegenstand der gegenwärtigen Forschung.

**Tabelle 11:** Rangordnung von ADHS- und AVWS-Verhaltensmerkmalen (je weiter oben ein Symptom steht umso relevanter ist es für die jeweilige Störung) [116]

AVWS	ADHS
1. Hörschwierigkeiten bei Hintergrundgeräuschen	1. Unaufmerksam
2. Schwierigkeiten, verbalen Instruktionen zu folgen	2. Abgelenkt
3. Eingeschränkte Fähigkeit zuzuhören	3. Hyperaktiv
4. Schulschwierigkeiten	4. Rastlos
5. Eingeschränkte auditiv-assoziative Fähigkeiten	5. Impulsiv, hastig
6. Abgelenkt	6. Unterbricht, stört
7. Unaufmerksam	

In der Patientengruppe der vorliegenden Studie wurden primäre Aufmerksamkeitsdefizitstörung im Rahmen der psychologischen Vordiagnostik ausgeschlossen. Die auditiven Einschränkungen wurden ursächlich für die Konzentrationsminderung und die Lese-Rechtschreib-Störung gesehen und als sekundäre Störungen im Rahmen der AVWS gewertet.

## **4.3 Musikalische Fähigkeiten und AVWS**

### **4.3.1 *Messung musikalischer Fähigkeiten (MMF)* - ein neues Verfahren zur Untersuchung der Musikalität**

Mit der *Messung musikalischer Fähigkeiten (MMF)*, Anhang 1) wurden grundlegende musikalische Fähigkeiten: das musikalische Gehör; die Fähigkeit Melodien aufzufassen, zu behalten und zu reproduzieren; das musikalische Arbeitsgedächtnis und der Sinn für Rhythmik untersucht (vgl. Kapitel 1.3). Neurobiologische Betrachtungen der Musikalität sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Aufgrund spezieller Anforderungen an den Musikalitätstest (vgl. Kapitel 2.3) war die Entwicklung einer eigenen Untersuchungsmethode notwendig. Bei der Auswahl einer geeigneten Untersuchungsmethode zur Überprüfung der Musikalität ergaben sich folgenden Schwierigkeiten.

Eine Einschränkung stellte die Altersverteilung der Probanden dar. Das eingesetzte Verfahren sollte für Patienten und Kontrollprobanden der ursprünglich gewählten Altersgruppe zwischen 5 und 15 Jahren geeignet und die Aufgabenstellung für diese Probanden verständlich sein. Kinder, bei denen nach Abschluss der Untersuchungen die musikalischen Leistungen verglichen werden konnten, sind zwischen 6 und 11 Jahre alt. Für diese Altersgruppe gab es kein standardisiertes Verfahren zur Erfassung der Musikalität [51, pp. 288-293].

Weitere Musikalitätstests, welche die musikalische Hochbegabung messen z. B. Advanced Measures of Musical Audiation von Gordon [119] oder erlernte musikalische Fähigkeiten erfassen z. B. Musical Aptitude Profile, MAP von Gordon [120], konnten in der vorliegenden Arbeit nicht verwendet werden. Es sollten vielmehr angeborene und nicht erlernte musikalische Fähigkeiten untersucht werden.

Ein anderes Problem der Musikalitätstests ist, dass sie lediglich rezeptive musikalische Fähigkeiten überprüfen [43, p. 110]. Es sollen beispielsweise Tonhöhen verglichen werden, Melodien und Rhythmen als gleich oder verschieden identifiziert werden etc.. Reproduktive musikalische Fähigkeiten wie Rhythmen nachklopfen, Töne oder Lieder nachsingen werden in standardisierten Musikalitätstests kaum berücksichtigt. Diese bilden in musikalischen Eignungsprüfungen aber auch in informellen Musikscreenings zur musikalischen Einschätzung im Schulunterricht [47] einen wesentlichen Bestandteil. Die Untersuchungsmethode für die eigene Studie sollte insbe-

sondere aufgrund der beeinträchtigten Hörleistungen bei AVWS-Patienten neben rezeptiven auch reproduktive Fähigkeiten erfassen.

Des Weiteren sind die Musikalitätstests von Seashore, Wing und Gordon mit einer Testdauer von durchschnittlich einer Stunde sehr umfangreich. Dies war Patienten, die im Rahmen der mehrstündigen AVWS-Diagnostik untersucht wurden, nicht zumutbar. Die verwendete Untersuchungsmethode sollte nicht zu viel Zeit in Anspruch nehmen um Konzentrationsfehler zu vermeiden. Aus zeitökonomischen Gründen wurde die MMF nach einer Vortestung auf vier Aufgaben reduziert.

Schließlich weisen die meisten standardisierten Musikalitätstests veraltete Testnormen auf und können dadurch zu falscher Beurteilung der musikalischen Leistungen führen [43, pp. 119-123]. Ein aktueller Musikalitätstest aus dem Jahr 2004 von Vanecek, Preusche und Längle (Wiener Test für Musikalität, Vor- und Grundschulalter) beschränkt sich auf lediglich zwei musikalische Fähigkeitsbereiche, die Wahrnehmung von Tonhöhen und Rhythmen [46]. Reproduktive Leistungen wurden hier nicht berücksichtigt, daher wurde der Test in der vorliegenden Arbeit nicht eingesetzt.

Aufgrund der beschriebenen Problematik haben wir eine geeignete Untersuchungsmethode zur Erfassung der Musikalität entwickelt. Mit der MMF werden grundlegende musikalische Fähigkeiten überprüft. Sie beinhaltet sowohl rezeptive als auch reproduktive Aufgaben. Die Aufgabenstellung ist an die untersuchte Altersgruppe angepasst und ohne großen zeitlichen Aufwand als Einzeluntersuchung durchführbar.

#### **4.3.2 Musikalität bei AVWS-Patienten**

Im Vergleich der musikalischen Leistungen zeigen sich Unterschiede zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe. In jeder einzelnen Aufgabe der MMF und in der Gesamtpunktzahl haben die Kontrollprobanden im Mittel höhere Werte erreicht als die Patienten (vgl. Tabelle 10). In Aufgaben zur Tonhöhenunterscheidung, Rhythmus- und Melodiereproduktion sowie in der Gesamtwertung haben Kontrollprobanden signifikant bessere Leistungen als AVWS-Patienten (vgl. Tabelle 10, Abb. 8). Bei der Wiedergabe einzelner Töne haben Kontrollprobanden im Mittel höhere Werte erreicht, jedoch ist der Unterschied zur Patientengruppe nicht signifikant ( $p=0,33$ , vgl. Tabelle 10). Bei dieser Aufgabe war die Tonauswahl dem Untersucher überlassen und wurde nicht genau vorgegeben. Geachtet wurde lediglich darauf, dass die Töne zwi-

schen  $f^1 - e^2$  liegen. Dieser Bereich wird als idealer Singbereich im Grundschulalter angegeben [121]. Die Patienten und Kontrollprobanden sollten daher nicht exakt die gleichen Töne wiedergeben. Dadurch ist die Vergleichbarkeit zwischen Patienten und Kontrollprobanden bei dieser Aufgabe eingeschränkt.

Ähnliche Resultate zeigt eine Elternumfrage von Meister et al. [20]. Er untersuchte 215 Kinder mit Verdacht auf AVWS und 85 gesunde Kontrollprobanden im Alter zwischen 6 und 10 Jahren hinsichtlich auditiver Fähigkeiten und Verhaltensmerkmale. Bei Fragen zur Wiedergabe von Rhythmen und Nachsingen von Melodien wurden Kinder mit Verdacht auf AVWS schlechter bewertet als Kontrollprobanden. Dieser Unterschied war im statistischen Vergleich signifikant (t-Test,  $p = 0,01$ ). In diese Studie wurden Kinder mit auditiven Defiziten eingeschlossen, welche durch Lehrer und Therapeuten beobachtet wurden. Im Gegensatz zur vorliegenden Studie wurden die Probanden nicht einer AVWS-Diagnostik unterzogen. Dadurch kam eine relativ große Probandenzahl von 215 Kindern zustande. Zu berücksichtigen ist auch, dass diese Umfrage nicht validierte Bewertungsskalen verwendet. Im Vergleich mit der vorliegenden Studie stimmen die Resultate trotz methodischer Unterschiede jedoch überein: Kinder mit AVWS bzw. mit Verdacht auf AVWS zeigen Defizite bei der Wiedergabe von Rhythmen und Nachsingen von Tönen bzw. Melodien.

Eine weitere Studie von Olakunbi et al. [21] untersucht 8 Kinder mit der Diagnose APD (auditory processing disorder) und 8 gesunde Probanden im Alter zwischen 7 und 15 Jahren hinsichtlich ihrer musikalischen Fähigkeiten. Mit Hilfe eines Musikalitätstests (Gordon's Musical Aptitude Profile, GMAP) wurden die melodische und rhythmische Differenzierung getestet, wobei jeweils zwei Melodien bzw. Rhythmen als gleich oder verschieden identifiziert werden sollten. In beiden Testbereichen zeigten die Kontrollprobanden bessere Resultate, in der rhythmischen Differenzierung war dieser Unterschied statistisch signifikant (Mann-Whitney-Test,  $p = 0,003$ ). Bei dem eingesetzten Musikalitätstest von Gordon (GMAP) handelt es sich um ein validiertes Verfahren, welches in der Studie auf die beiden rezeptiven Fähigkeiten, die rhythmische und melodische Differenzierung, reduziert wurde. Weitere Aspekte der Musikalität werden hier nicht überprüft. Auch reproduktive musikalische Leistungen werden in der Studie von Olakunbi et al. nicht erfasst. Dagegen wurden reproduktive musikalische Fähigkeiten (Wiedergabe von Tönen, Rhythmen und Melodien) bewusst in die eigene Untersuchungsmethode einbezogen. Bei der Interpretation der Ergebnisse sollte berücksichtigt werden, dass eine objektive Messung von produktiven mu-

sikalischen Leistungen nur eingeschränkt möglich ist. Aufgrund der unterschiedlichen Definition und Diagnostik für AVWS bzw. APD im deutschsprachigen und anglo-amerikanischen Sprachraum (vgl. Kapitel 1.2) und unterschiedlicher Untersuchungsverfahren zur Überprüfung der Musikalität lassen sich die Studien nur bedingt vergleichen. Dennoch weisen Kinder mit AVWS bzw. APD in beiden Untersuchungen Defizite in den Aufgaben zur Rhythmus- oder Melodiereproduktion bzw. Unterscheidung von Rhythmen und Melodien gegenüber gesunden Kontrollprobanden auf.

Ähnlich zu Resultaten der AVWS-Patienten der vorliegenden Untersuchung berichtet Lebrun et al. [122] in einer Fallstudie über ein 10-jähriges Mädchen mit kongenitaler Amusie. Bei dieser Patientin liegen Einschränkungen in rhythmischer Differenzierung, Merkfähigkeit für Melodie und Tonhöhenunterscheidung vor. Weitere Beeinträchtigungen wie etwa Intelligenzminderung, Einschränkungen im Sprachstatus oder audiometrischen Tests treten bei dieser Patientin nicht auf. Eine andere Studie beschreibt eingeschränkte Tonhöhenwahrnehmung bei Amusie [123]. Bei Amusie handelt es sich um isolierten Verlust musikalischer Fähigkeiten, welcher etwa nach Hirnläsionen im Rahmen von Schlaganfällen auftreten oder als kongenitale Amusie genetisch bedingt sein kann [124, 125]. Böhme beschreibt gehäuftes Auftreten einer Amusie bei AVWS-Patienten [26, p. 155]. Da eine AVWS häufig mit Beeinträchtigungen u. a. der Sprache, Konzentration, Rechtschreibung einhergeht, ist die Verwendung des Begriffes Amusie in Zusammenhang mit AVWS zu hinterfragen. Weitere Studien mit entsprechenden Testbatterien zur Untersuchung der Amusie bei AVWS-Patienten sind notwendig.

Aus Mangel an weiteren Untersuchungen bezüglich der musikalischen Fähigkeiten bei AVWS-Patienten, werden in die Diskussion Studien zu Erkrankungen herangezogen die in engem Zusammenhang mit AVWS stehen. Eine Studie von Suchodoletz et al. [126] an 27 Kindern mit Lese-Rechtschreib-Störung (LRS) weist Auffälligkeiten in der Tondifferenzierungs- und auditiven Merkfähigkeit bei LRS im Vergleich zu 31 gesunden Kontrollprobanden nach. Ähnlich dazu haben AVWS – Patienten der vorliegenden Studie in der Tonhöhendifferenzierung und Reproduktion von Rhythmen und Melodien, womit u. a. die auditive Merkfähigkeit überprüft wird, Defizite im Vergleich zu gesunden Kindern.

Eine Vielzahl von Untersuchungen beschäftigt sich mit musikalischen Fähigkeiten bei Patienten mit Sprachentwicklungsstörungen (SES). Zusammenhänge und gegenseitige

ger Einfluss zwischen der Musik- und Sprachverarbeitung sind nachgewiesen, musikalisches Training in der Therapie der Sprachentwicklungsstörungen wird empfohlen [127-130]. Sallat untersuchte 4 bis 5 jährige Kinder mit und ohne Sprachentwicklungsstörungen (SES) bezüglich ihrer Musikalität, wobei die Bereiche Musikverstehen, Musikproduktion und musikalisches Arbeitsgedächtnis überprüft wurden. Kinder mit SES erreichten in fast allen untersuchten Bereichen geringere Leistungen als gesunde, gleichaltrige Kontrollprobanden [131]. Jentschke et al. konnten durch Messungen der Hirnaktivität nachweisen, dass musikalisches Training eine bessere Verarbeitung musikalischer Syntax bewirkt und die Verarbeitung sprachlicher Syntax positiv beeinflusst [132].

#### **4.3.3 Zusammenhänge sprachbasierter und musikalischer Leistungen**

Da sprachbasierte Teilfunktionen einen festen Bestandteil in der AVWS-Diagnostik bilden, wurden bei AVWS-Patienten Zusammenhänge zwischen sprachlichen und musikalischen Leistungen angenommen und überprüft. Die auditiven Teilleistungen Differenzierung, Selektion, Ergänzung und Hörmerkspanne für Zahlen und Wörter haben im statistischen Vergleich signifikante bzw. tendenziell signifikante Korrelationen mit musikalischen Leistungen der Patienten ergeben (vgl. Kapitel 3.5).

##### **Auditive Differenzierung und auditive Selektion**

Die Fähigkeiten Wörter die sich in einem Laut unterscheiden als gleich oder verschieden zu bewerten (auditive Differenzierung) und Sprache in geräuschvoller Umgebung zu verstehen (auditive Selektion) weisen signifikante Korrelationen mit der Gesamtpunktzahl, Tonhöhenunterscheidung und Rhythmusreproduktion auf (vgl. Kapitel 3.5). Vergleichbare Resultate bezüglich des Sprach- und Musikverstehens sind aus Studien mit Sprachentwicklungsstörungen bekannt [131]. Interessanterweise ist lediglich das Sprachverstehen linksseitig ausschlaggebend. Das Sprachverstehen rechtsseitig weist keine signifikanten Korrelationen mit den Musikaufgaben nach. Aus neurophysiologischer Sicht gibt es „kein isoliertes Zentrum im Gehirn, das übergeordnet für alle Aspekte der Musikwahrnehmung (oder auch des Musizierens) ver-

antwortlich ist (...), die Musikwahrnehmung funktioniert nur durch ein funktionelles und plastisches Netzwerk verschiedener Hirnareale“ [133]. Die Sprachverarbeitung findet bei der Mehrheit der Rechtshänder (über 97%) und Linkshänder (über 90%) überwiegend linkshemisphärisch statt [134]. Bei der Verarbeitung affektiv-prosodischer Aspekte der Sprache dominiert jedoch primär die rechte Hemisphäre [135]. Es bleibt zum jetzigen Zeitpunkt offen, ob diese neurophysiologischen Erkenntnisse über die Musik- und Sprachverarbeitung auch für AVWS-Patienten zutreffen. Es wird angenommen, dass AVWS-Patienten die Sprache anders verarbeiten als gesunde Kinder [136]. Ähnliches ist bezüglich der Musikverarbeitung aufgrund der beschriebenen musikalischen Defizite bei AVWS anzunehmen. Weitere Studien mit funktioneller Bildgebung zur Untersuchung der Sprach- und Musikverarbeitung bei AVWS-Patienten sind notwendig.

#### Auditive Ergänzung

Die Fähigkeit vorgegebene Wortfragmente zu ganzen Wörtern zu komplettieren (auditive Ergänzung) korreliert signifikant mit dem Liedersingen (vgl. Kapitel 3.5). Die auditive Ergänzung dient der Überprüfung der phonologischen Bewusstheit – einer wesentlichen Vorläuferfähigkeit im Lese- und Schriftspracherwerb [137-140], welche in die AVWS-Diagnostik einbezogen wird [13]. Beim Liedersingen wurden im MMF die Melodieführung und die rhythmische Struktur bewertet. Sowohl Rhythmus als auch Melodie sind wichtige Strukturmerkmale der Sprache [2]. Ähnliche Zusammenhänge sind in Untersuchungen gesunder Kinder beschrieben. Musikalische Fähigkeiten korrelieren mit phonologischer Bewusstheit [141] sowie Lese- und Rechtschreibfähigkeit [142]. Weitere Studien belegen positive Auswirkungen musikalischen Trainings auf die phonologische Bewusstheit [143, 144, 145].

#### Hörmerkspanne für Zahlen und Silben

Die Hörmerkspanne für Zahlen und Silben korreliert mit der Gesamtpunktzahl, Tonhöhenunterscheidung, Rhythmus- und Melodiereproduktion (vgl. Kapitel 3.5). Sowohl bei der Hörmerkspanne für Zahlen und Silben als auch in Musikaufgaben der MMF wird das auditive Kurzzeitgedächtnis beansprucht. Bei Patienten mit LRS und SES sind Einschränkungen im auditiven Kurzzeitgedächtnis für Zahlen [146, 147],

Wörter [146, 148] und Rhythmen [149] bekannt. Bei Störungen der auditiven Wahrnehmung werden eingeschränkte Leistungen im auditiven Kurzzeitgedächtnis und in der rhythmischen Differenzierung häufig beschrieben [31, pp. 34-76]. Das Merken von Gedichten und Liedtexten bereitet AVWS – Patienten Schwierigkeiten im Gegensatz zu gesunden Kontrollprobanden [20]. Weitere Studien belegen positive Transfereffekte musikalischen Trainings auf die Gedächtnisleistung [150].

#### **4.3.4 Einfluss musikalischer Förderung auf musikalische Fähigkeiten**

Bei der Erhebung der Freizeitaktivitäten wurde in der Patientengruppe keine musikalische Förderung angegeben. Ein Teil der Kontrollprobanden erhält dagegen musikalische Förderung in Form von Gesangs- oder Instrumentalunterricht, Chorunterricht oder musikalischer Früherziehung (vgl. Kapitel 3.3.4). Es wurde daher hypothetisch angenommen, dass musikalisch geförderte Probanden bessere musikalische Leistungen aufweisen. Der statistische Vergleich weist nach, dass es in der MMF keinen Leistungsunterschied zwischen musikalisch geförderten und musikalisch nicht geförderten Probanden gibt (s. Tabelle 9). Entsprechend den Anforderungen an die Untersuchungsmethode hat musikalische Förderung keinen Einfluss auf die musikalischen Leistungen im MMF. Inwiefern musikalische Vorbildung die musikalischen Fähigkeiten im MMF beeinflusst, kann in weiterführenden Untersuchungen überprüft werden.

#### **4.4 Fazit und Ausblick**

Bei der Durchführung und Auswertung der vorliegenden Untersuchung stellen sich einige grundsätzliche Probleme der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) heraus. Das sind zum einen die Unterschiede in der Definition für auditory processing disorder (APD) und Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS), wonach beispielsweise sprachgebundene Teilleistungen unterschiedlich bewertet werden. Zum anderen sind es Unterschiede in der Diagnostik, die national aber auch international nicht einheitlich ist. Zwar werden von den Fachgesellschaften Empfehlungen ausgesprochen, jedoch fehlen einheitliche Testbatterien in der AVWS-Diagnostik. Auch für die Therapiegestaltung gibt es keine einheitlichen Standards. Durch diese Unterschiede ist die Vergleichbarkeit deutschsprachi-



ger aber auch internationaler AVWS-Studien nur eingeschränkt möglich. Die Einführung diagnostischer und therapeutischer Standards ist daher notwendig. Da die Diagnosekriterien einer spezifischen bzw. unspezifischen AVWS zwischen den Kliniken variieren, wäre es für weiterführende Untersuchungen sinnvoll, Patienten nach ihren auditiven Einschränkungen zu Gruppen zusammenzufassen.

Bei AVWS-Patienten wurden in der eingesetzten Untersuchungsmethode (MMF) signifikant schlechtere Leistungen in der Tonhöhenunterscheidung, Wiedergabe von Rhythmen und Melodien nachgewiesen. In der Wiedergabe einzelner Töne waren AVWS-Patienten nicht signifikant schlechter als gesunde Kontrollprobanden. In der Durchführung dieser Aufgabe haben sich methodische Probleme gezeigt (vgl. 4.3.2). Resultate vergleichbarer AVWS-Studien konnten in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden. Aufgrund der kleinen Stichprobengröße von 15 AVWS-Patienten und fehlender Normierung der MMF erlauben die ermittelten Ergebnisse nur eine vorsichtige Interpretation. Durch die geringe AVWS-Inzidenz wäre die Untersuchung eines größeren Patientenkollektives im Rahmen einer Langzeitstudie möglich. Für die Erfassung der Musikalität bei AVWS-Patienten wäre eine umfangreichere Untersuchung wünschenswert. Mit der vorgeschlagenen Untersuchungsmethode (MMF) wurden Grundlagen für eine Quantifizierbarkeit und Vergleichbarkeit musikalischer Fähigkeiten gelegt. Diese und weitere Testgütekriterien müssen im Rahmen weiterführender Studien evaluiert werden. Dies war jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Zusammenfassend sollten musikalische Fähigkeiten mehr Beachtung in der AVWS-Diagnostik finden.

Außerdem ist es mit der MMF gelungen, Zusammenhänge zwischen musikalischen Fähigkeiten und auditiven bzw. sprachbasierten Leistungen bei AVWS-Patienten aufzuzeigen. Vergleichbare Zusammenhänge sind bei Patienten mit Sprachentwicklungsstörungen und Lese-Rechtschreibstörungen bekannt. In der Therapie der Sprachentwicklungsstörungen wird musikalische Förderung empfohlen. Vor diesem Hintergrund sollten musikalische Fähigkeiten in der Therapigestaltung der AVWS berücksichtigt werden.

Für das Verständnis der Musikverarbeitung aber auch der auditiven Verarbeitung bei AVWS-Patienten sind weitere Untersuchungen notwendig.

## 5. Zusammenfassung

Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) sind durch eine Vielfalt klinischer Symptome gekennzeichnet. Einschränkungen einzelner Leistungen des auditiven Systems sind charakteristisch für eine spezifische AVWS. Häufig sind diese mit Beeinträchtigungen der Sprache, der Konzentration, des Lesens und der Rechtschreibung, der allgemein kognitiven Entwicklung oder anderer Sinnesmodalitäten vergesellschaftet. Auffälligkeiten der musikalischen Fähigkeiten wurden bei AVWS-Patienten unserer Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie an der HNO-Klinik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg beobachtet. Mit einer entwickelten Untersuchungsmethode (Messung musikalischer Fähigkeiten, MMF) wurden 15 AVWS-Patienten und 15 auditiv unauffällige Kontrollprobanden auf musikalische Fähigkeiten hin untersucht und miteinander verglichen. AVWS-Patienten waren signifikant schlechter im Unterscheiden von Tonhöhen ( $p < 0,004$ ), Wiedergeben von Rhythmen ( $p < 0,019$ ), Nachsingen von Melodien ( $p < 0,043$ ) und in der Gesamtpunktzahl aller Musikaufgaben ( $p < 0,007$ ). Im Nachsingen einzelner Töne waren AVWS-Patienten schlechter, jedoch nicht signifikant schlechter ( $p < 0,330$ ). Zusammenhänge zwischen musikalischen Fähigkeiten und sprachbasierten Leistungen bei AVWS-Patienten wurden nachgewiesen. Resultate vergleichbarer Studien [20, 21] konnten bestätigt werden. Die ermittelten Ergebnisse erlauben aufgrund der kleinen Stichprobengröße und fehlender Normierung der eingesetzten Untersuchungsmethode (MMF) nur eine vorsichtige Interpretation. Zusammenfassend sollten musikalische Fähigkeiten in der AVWS-Diagnostik mehr Berücksichtigung finden. Musikalisches Training in Form von beispielsweise Instrumental- oder Gesangsunterricht sollte bei Vorliegen musikalischer Defizite als eine Therapiemethode bei AVWS diskutiert werden. Weiterführende Untersuchungen für besseres Verständnis der Musikverarbeitung bei AVWS-Patienten sind notwendig.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Papoušek, M. (1996): Intuitive parenting: a hidden source of musical stimulation in infancy. In Deliège, I.; Sloboda, J. A. (Eds.): *Musical beginnings. Origins and development of musical competence*. Oxford, New York: Oxford University Press, pp. 88–112.
2. Altenmüller, E. (2000): Unterschiede und Gemeinsamkeiten der zerebralen Organisation von Musik- und Sprachwahrnehmung. In Pahn, J. et al. (Eds.): *Sprache und Musik. Beiträge der 71. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Sprach- und Stimmheilkunde e.V.*, Berlin, 12. - 13. März 1999. Stuttgart: Steiner (Zeitschrift für Dialektologie und Linguistik, 107), pp. 23–33.
3. Trevarthen, C. (1999): Musicality and the intrinsic motive pulse: evidence from human psychobiology and infant communication. In *Musicae Scientiae* 3, pp. 155–215.
4. Pahn, J. (2000): Musik in der Sprache - Sprache in der Musik. In Pahn, J. et al. (Eds.): *Sprache und Musik. Beiträge der 71. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Sprach- und Stimmheilkunde e.V.*, Berlin, 12. - 13. März 1999. Stuttgart: Steiner (Zeitschrift für Dialektologie und Linguistik, 107), pp. 123–126.
5. Papoušek, M. (1994): Vom ersten Schrei zum ersten Wort. Anfänge der Sprachentwicklung in der vorsprachlichen Kommunikation. Bern: Huber.
6. Blacking, J. A. R. (1971): Towards a theory of musical competence. In de Jager, E. J. (Ed.): *Man: Anthropological essays in honour of O. F. Raum*. Cape Town: Struik, pp. 19–34.
7. Gembris, H. (2005): Die Entwicklung musikalischer Fähigkeiten. In La Motte-Haber, H. de, Rötter, G. (Eds.): *Musikpsychologie: Laaber*, pp. 394–456.
8. Ptok, M.; am Zehnhoff-Dinnesen, A.; Nickisch, A. (2010): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung - Definition. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. In *HNO* 58 (6), pp. 617–620.
9. Wirth, G.; Ptok, M.; Schönweiler, R. (2000): *Sprachstörungen, Sprechstörungen, kindliche Hörstörungen. Lehrbuch für Ärzte, Logopäden und Sprachheilpädagogen*. 5. Aufl. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
10. Huber, W. (1978): Sprachliche Spezialisierung des menschlichen Gehirns. Schlussfolgerungen für die Therapie von zentralen Sprachstörungen. In *Sprache - Stimme - Gehör* (2), pp. 69–75.
11. Zinkus, P. W.; Gottlieb, M. I. (1980): Patterns of perceptual and academic deficits related to early chronic otitis media. In *PEDIATRICS* 66 (2), pp. 246–253.
12. Nickisch, A.; Schönweiler, R. (2011): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen - Differentialdiagnose. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. In *HNO* 59 (4), pp. 380–384.
13. Gross, M.; Berger, R.; Schonweiler, R.; Nickisch, A. (2010): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen - Diagnostik. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. In *HNO* 58 (11), pp. 1124–1127.

14. Schönweiler, R.; Nickisch, A.; am Zehnhoff-Dinnesen, A. (2012): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen - Vorschlag für Behandlung und Management bei AVWS. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. In HNO 60 (4), pp. 359–368.
15. Brown, S. (2000): The "musilanguage" model of music evolution. In Wallin N.L.; Merker, B.; Brown, S. (Eds.): *The Origins of Music*. Cambridge: MIT Press, pp. 271–300.
16. Bigand, E.; Tillmann, B.; Poulin, B.; D'Adamo, D. A.; Madurell, F. (2001): The effect of harmonic context on phoneme monitoring in vocal music. In *Cognition* 81 (1), pp. 11-20.
17. Jungblut, M.; Aldridge, D. (2004): The musictherapy intervention SIPARI with chronic aphasics - Research findings. In *Neurol. Rehabil.* 10 (2), pp. 69–78.
18. Thompson, W. F.; Schellenberg, E. G.; Husain, G. (2004): Decoding Speech Prosody: Do Music Lessons Help? In *Emotion* 4 (1), pp. 46–64.
19. Jentschke, S.; Koelsch, S.; Friederici, A. D. (2005): Investigating the Relationship of Music and Language in Children. In *Annals of the New York Academy of Sciences ANN NY ACAD SCI* 1060 (1), pp. 231–242.
20. Meister, H.; Wedel, H. v.; Walger, M. (2004): Psychometric evaluation of children with suspected auditory processing disorders (APDs) using a parent-answered survey. In *Int. J. Audiol.* 43 (8), pp. 431–437.
21. Olakunbi, D.; Bamiou, D.-E.; Stewart, L.; Luxon, L. M. (2010): Evaluation of musical skills in children with a diagnosis of an auditory processing disorder. In *International journal of pediatric otorhinolaryngology* 74 (6), pp. 633–636.
22. Böhme, G.; Welzl-Müller, K. (2005): *Audiometrie. Hörprüfungen im Erwachsenen- und Kindesalter; Lehrbuch*. 5th ed. Bern: Huber.
23. Probst, R. (2008): *Anatomie und Physiologie des Ohres*. In Probst, R.; Grevers, G.; Iro, H. (Eds.): *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde*. 3rd ed. Stuttgart, pp. 144–154.
24. Boenninghaus, H.-G.; Lenarz, T. (2001): *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde für Studierende der Medizin*. 11th ed. Berlin: Springer.
25. Schünke, M.; Schulte, E.; Schumacher, U.; Voll, M.; Wesker, K. (2009): *Kopf, Hals und Neuroanatomie*. 115 Tabellen. 2nd ed. Stuttgart: Thieme.
26. Böhme, G.; Arnold, B. (2008): *Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) im Kindes- und Erwachsenenalter. Defizite, Diagnostik, Therapiekonzepte, Fallbeschreibungen*. 2nd ed. Bern: Huber.
27. Mense, S. (2010): ZNS. Auditorisches System. In Aumüller, G. (Ed.): *Anatomie*. 208 Tabellen. 2nd ed. Stuttgart: Thieme, pp. 1126–1131.
28. Trepel, M. (2012): *Neuroanatomie. Struktur und Funktion*. 5th ed. München: Urban & Fischer in Elsevier.
29. Lauer, N. (2006): *Zentral-auditive Verarbeitungsstörungen im Kindesalter. Grundlagen - Klinik - Diagnostik - Therapie*. 3rd ed. Stuttgart: Thieme.

30. Altenmüller, E.; Bangert, M.W; Liebert, G.; Gruhn, W. (2000): Mozart in Us: How the Brain Processes Music. In *Medical Problems of Performing Artists MED PROBL PERFORM AR* (Volume 15, Number 3), pp. 99–106.
31. Rosenkötter, H. (2003): *Auditive Wahrnehmungsstörungen. Kinder mit Lern- und Sprachschwierigkeiten behandeln*. Stuttgart: Klett-Cotta.
32. Evers, S. (2005): Hirnphysiologische Grundlagen der Musikwahrnehmung. In de la Motte-Haber, H.; Rötter, G. (Ed.): *Musikpsychologie*. Laaber: Laaber-Verlag, pp. 40–54.
33. Uttenweiler, V. (1996): Diagnostik zentraler Hörstörungen, auditiver Wahrnehmungs- und Verarbeitungsstörungen. In *Sprache - Stimme - Gehör* (20), pp. 80–90.
34. Nickisch, A.; Gross, M.; Schönweiler, R.; Uttenweiler, V.; Am Zehnhoff-Dinnesen, A.; Berger, R. et al. (2007): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Konsensus-Statement der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. In *HNO* 55 (1), pp. 61–72.
35. Petersen, U. (1980): Zentralorganische Sprachentwicklungsstörungen. In *Sprache-Stimme-Gehör* (4), pp. 15–20.
36. Esser, G.; Anderski, C.; Birken, A.; Breuer, E. et al. : (1987): Auditive Wahrnehmungsstörungen und Fehlhörigkeit bei Kindern im Schulalter. In *Sprache-Stimme-Gehör* 11, pp. 10-16.
37. American Speech-Language-Hearing Association (2005): (Central) Auditory processing disorders. Technical report. Working group on auditory processing disorders. Available online at <http://www.asha.org/policy/TR2005-00043/>, checked on 5/9/2016.
38. ASHA - Working Group on Auditory Processing Disorders (2005): (Central) Auditory Processing Disorders (Position Statement) - The Role of the Audiologist. Available online at <http://www.asha.org/policy/PS2005-00114.htm>.
39. Ludwig, A. (2009): *Psychoakustische und elektrophysiologische Untersuchungen zu zentral-auditiven Verarbeitungsstörungen während der Kindesentwicklung*. Leipzig: Leipziger Univ.-Verl.
40. Nickisch, A. (2010): Diagnostik und Therapiebausteine. In Nickisch, A.; Heber, D.; Burger-Gartner, J. (Eds.): *Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) bei Schulkindern. Diagnostik und Therapie*. Dortmund: Verl. Modernes Lernen, pp. 9–98.
41. Chermak, G. D.; Musiek, F. E. (1997): *Central auditory processing disorders. New perspectives*. San Diego: Singular Pub. Group.
42. Zimbardo, P. G.; Hoppe-Graff, S. (1995): *Psychologie*. 6th ed. Berlin: Springer.
43. Gembris, H. (2002): *Grundlagen musikalischer Begabung und Entwicklung*. 2. Aufl. Augsburg: Wißner.
44. Billroth, T. (1985): *Wer ist musikalisch? Nachgelassene Schrift*. Herausgegeben von Hanslick, E. Berlin: Paetel.
45. Gordon, E. (1986): *Musikalische Begabung. Beschaffenheit, Beschreibung, Messung und Bewertung*. Mainz: Schott (Musikpädagogik, Bd. 25), pp. 11-25.

46. Vanecek, E.; Längle, H.; Preusche, I.; Aßlauer, M. (2004): Wiener Test für Musikalität. Wiener Neustadt ARC Seibersdorf.
47. Bastian, H. G. (2000): Musik(erziehung) und ihre Wirkung. Eine Langzeitstudie an Berliner Grundschulen. Mainz: Schott, pp. 222-237.
48. Gardner, H. (1985): Frames of mind. The theory of multiple intelligences. New York: Basic Books.
49. Altenmüller, E. (2006): Musikwahrnehmung und Amusien. In Karnath, H.-O.; Thier, P. (Eds.): Neuropsychologie. Heidelberg: Springer, pp. 425-434.
50. Peretz, I.; Champod, A. S.; Hyde, K. (2003): Varieties of Musical Disorders: The Montreal Battery of Evaluation of Amusia. In Annals of the New York Academy of Sciences (999), pp. 58-75.
51. La Motte-Haber, H. de (1996): Handbuch der Musikpsychologie. Mit Beiträgen von Kopiez, R.; Rötter, G.. 2nd ed. Laaber: Laaber-Verlag.
52. Michaelis, K. F. (1805): Über die Prüfung musikalischer Fähigkeiten. In Berlinische Musikalische Zeitung, hg. von Reichard, J. F. (56-58), pp. 222-230.
53. Kries, J. v. (1926): Wer ist Musikalisch? Gedanken zur Psychologie der Tonkunst. Berlin: Springer.
54. Vorwerk, W. H.; Wehrmann, B.; Lischka, E.; Kluge, M.; Handke, G.; Krätzer, G.; Fogarasi, M.; Braun, A.; Lingner, G.; Begall, K. (2004): Diagnostik und Therapie Zentral-auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen–Ein interdisziplinäres Modell. In Laryngo-Rhino-Otol 83 (02), pp. 18.
55. Angermaier, M. J. W. (1977): Psycholinguistischer Entwicklungs Test. 2. korrigierte Auflage. Weinheim: Beltz Test GmbH.
56. Kiese-Himmel, C. (2005): AWST-R - Aktiver Wortschatztest für 3- bis 5-jährige Kinder. Revision. Göttingen: Beltz Test Hogrefe.
57. Glück, C. W. (2007): Wortschatz- und Wortfindungstest für 6- bis 10-Jährige. WWT 6-10; Handbuch. 1st ed. München, Jena: Elsevier, Urban & Fischer.
58. Nickisch, A.; Heuckmann, C.; Burger, T. (2004): MAUS Münchner Auditiver Screeningtest für Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Wertingen: Westra Elektroakustik GmbH.
59. Nickisch, A.; Biesalski, P. (1984): Ein Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache für Kinder. In Stimme Sprache Gehör (8), pp. 31-34.
60. Nickisch, A. (2000): Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache für Kinder. Wertingen: Westra Elektroakustik GmbH.
61. Uttenweiler, V. (1980): Dichotischer Diskriminationstest für Kinder. In Sprache Stimme Gehör (4 (3)), pp. 107-111.
62. Gross, M. (1998): Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte 1997/1998 Stimme, Sprache, Schlucken, Hören. Der Hannoversche Lautdiskriminationstest (HLDT) als Baustein der auditiven Wahrnehmungsdiagnostik: eine experimentelle

Normwertstudie. With assistance of Schönweiler, R.; Möller, M.; Ptok, M. Heidelberg: Median-Verlag (5).

63. Linder, M.; Grisseemann, H. (2000): ZLT Zürcher Lesetest. Förderdiagnostik bei gestörtem Schriftspracherwerb. Manual. 6. Auflage. Bern: Hans Huber.

64. Bohny, A. (1981): Verbal auditive Dysgnosie. In *Der Sprachheilpädagoge* (13), pp. 50–59.

65. Bortz, J. ; Döring, N. (2007): *Forschungsmethoden und Evaluation. Für Human- und Sozialwissenschaftler*. 4th ed. Berlin: Springer-Verlag.

66. Altenmüller, E. (1986): Hirnelektrische Korrelate der cerebralen Musikverarbeitung beim Menschen. In *Eur Arch Psychiatr Neurol Sci* 235 (6), pp. 342–354.

67. Birbaumer, N.; Schmidt, R. F. (op. 1996): *Biologische Psychologie*. 3., komplett überarbeitete Auflage, Berlin: Springer.

68. Golitsyn, G. A.; Danilova, O. N.; Kamensky, V. S.; Petrov, V. M. (1990): Factors of the creative process asymmetry: Selection of essential features of musical creativity. In *Soviet Journal of Psychology* 11 (3), pp. 63–79.

69. Floener, P. (2013): *Studie der Musikalität in Abhängigkeit von der Händigkeit*. 1., Aufl. Hamburg: Bachelor + Master Publishing.

70. Nickisch, A.; Heuckmann, C. (2003): Normierung des Anamnesebogens zur Erfassung Auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS). 20. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGPP Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie, Rostock.

71. Nickisch, A.; Heuckmann, C.; Burger, T.; Massinger, C. (2006): Münchner Auditiver Screeningtest für Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (MAUS). In *Laryngorhinootologie* 85 (4), pp. 253–259.

72. Wohlleben, B.; Gross, M. (2004): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Optimierung und Trennschärfe von 14 Testverfahren zur Untersuchung der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung mittels Baumanalyse. In *Aktuelle phoniatrich-pädaudiologische Aspekte* (12), pp. 335–339.

73. Keith, R. W. (2000): Development and standardization of SCAN-C Test for Auditory Processing Disorders in Children. In *J Am Acad Audiol* 11 (8), pp. 438–445.

74. Muehlhaus, J. (2006): Identifikation und Diskrimination ambivalenter akustischer Stimuli in der Diagnostik der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS). Diplomarbeit. Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen. Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen.

75. Wohlleben, B. (2004): Untersuchung der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung bei Schulkindern der 2. und 3. Klassenstufe. Dissertation. Medizinische Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin.

76. Angerstein, W. (2007): Diagnostik und Therapie auditiver Wahrnehmungsstörungen. Welche Verfahren sind sinnvoll? In *HNO Nachr* 37, pp. 40–43.

77. Stach, B. A.; Loisel, L. H. (1993): Central auditory processing disorder: Diagnosis and management in a young child. In *Seminars in Hearing* 14 (3), pp. 288–295.

78. Bamiou, D.-E.; Musiek, F. E.; Luxon, L. M. (2001): Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders - A review. In *Archives of Disease in Childhood* 85 (5), pp. 361–365.
79. Musiek, F. E.; Gollegly, K.; Lamb, L.; Lamb, P. (1990): Selected issues in screening for central auditory processing dysfunction. In *Semin Hear* (11), pp. 372–384.
80. Chermak, G. D.; Musiek, F. E. (1997): *Central auditory processing disorders. New perspectives.* San Diego: Singular Pub. Group.
81. Riccio, C. A.; Hynd, G. W.; Cohen, M. J.; Hall, J.; Molt, L. (1994): Comorbidity of central auditory processing disorder and attention-deficit hyperactivity disorder. In *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 33 (6), pp. 849–857.
82. California Speech-Language-Hearing Association (CSHA) (2007): Guidelines for the diagnosis and treatment for auditory processing disorders. <http://www.csha.org/documents/positionpapers/CAPDJan2007.pdf>, checked on 12/3/2012.
83. Wohlleben, B.; Nubel, K.; Gross, M. (2003): Sensitivitäts- und Spezifitätsanalyse von 14 Testverfahren zur Untersuchung der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung. In E. Kruse, M. Gross (Eds.): *Aktuelle phoniatrich-pädaudiologische Aspekte.* Heidelberg.
84. Dornitz, D. M.; Schow, R. L. (2000): A new CAPD battery - Multiple auditory processing assessment: Factor analysis and comparisons with SCAN. In *American Journal of Audiology* 9 (2), pp. 101–111.
85. Doleschal, J.; Radü, H.-J.; Cassel, C. (1996): Soziodemographische Verteilung und Sprachstatus bei Kindern einer Großstadt im Alter von 4;0 bis 5;0 Jahren. In Gross, M.; Eysholdt, U. (Eds.): *Aktuelle phoniatriche und pädaudiologische Aspekte.* Heidelberg: Median.
86. Stevenson, J.; Richman, N. (1976): The prevalence of language delay in a population of three-year-old children and its association with general retardation. In *Developmental Medicine & Child Neurology* 18 (4), pp. 431–441.
87. Tomblin, J. B.; Smith, E.; Zhang, X. (1997): Epidemiology of specific language impairment: Prenatal and perinatal risk factors. In *Journal of Communication Disorders* 30 (4), pp. 325–344.
88. Zorowka, P. G. (2008): Sprachentwicklungsstörungen. In *Monatsschrift für Kinderheilkunde* 156 (9), pp. 875–884.
89. Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (2010): *Sprachentwicklungsstörungen bei Kindern. Leitlinien.*
90. Moeller, M. P. (2000): Early Intervention and Language Development in Children Who Are Deaf and Hard of Hearing. In *PEDIATRICS* 106 (3), pp. e43.
91. Suchodoletz, v. W.; Berwanger, D.; Mayer, H. (2004): Die Bedeutung auditiver Wahrnehmungsschwächen für die Pathogenese der Lese-Rechtschreibstörung. In *Z Kinder Jug-Psych* 32 (1), pp. 19–27.



92. Fromm, W.; Schöler, H. (1997): Arbeitsgedächtnis und Sprachlernen. Untersuchungen an sprachentwicklungsauffälligen und sprachunauffälligen Schulkindern. Pädagogische Hochschule, Erziehungs- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Heidelberg.
93. Hasselhorn, M.; Körner, K. (1997): Nachsprechen von Kunstwörtern: Zum Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und syntaktischen Sprachleistungen bei Sechs- und Achtjährigen. In *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 29 (3), pp. 212–224.
94. Tallal, P. (1980): Auditory processing disorders in children. In Levinson, P.J.; Sloan, C. (Eds.): *Auditory Processing and Language*. New York: Grune and Stratton, pp. 81–100.
95. Wohlleben, B.; Rosenfeld, J.; Gross, M. (2007): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS). In *HNO* 55 (5), pp. 403–410.
96. Katusic, S. K.; Colligan, R. C.; Barbaresi, W. J.; Schaid, D. J.; Jacobsen, S. J. (2001): Incidence of reading disability in a population-based birth cohort, 1976-1982, Rochester, Minn. In *Mayo Clin Proc* 76 (11), pp. 1081–1092.
97. Shaywitz, S. E.; Shaywitz, B. A.; Fletcher, J. M.; Escobar, M. D. (1990): Prevalence of reading disability in boys and girls. Results of the Connecticut Longitudinal Study. In *JAMA* 264 (8), pp. 998–1002.
98. Liederman, J.; Kantrowitz, L.; Flannery, K. (2005): Male vulnerability to reading disability is not likely to be a myth: a call for new data. In *J Learn Disabil* 38 (2), pp. 109–129.
99. Möhring, L.; Schöler, H.; Brunner, M.; Pröschel, U. (2003): Zur Diagnostik struktureller Defizite bei Lese-Rechtschreib-Störungen in der klinischen Arbeit: Beziehungen zwischen verschiedenen Leistungsindikatoren. In *Laryngo-Rhino-Otol* 82 (02), pp. 83-91.
100. Schulte-Körne, G. (2001): Lese-Rechtschreibstörung und Sprachwahrnehmung. Psychometrische und neurophysiologische Untersuchungen zur Legasthenie. Münster: Waxmann (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, 14).
101. Neuschaefer-Rube, C.; Matern, G.; Meixner, R.; Klajman, S.; Neumann, H. (2000): Zur Problematik auditiver Verarbeitungsstörungen. In *Sprache Stimme Gehör* 24 (03), pp. 113-118.
102. Schulte-Körne, G.; Remschmidt, H. (2003): Legasthenie - Symptomatik, Diagnostik, Ursachen, Verlauf und Behandlung. In *Dtsch Arztebl* (100 (33)), pp. 396–406.
103. Breuer, H.; Weuffen, M.(2006): Lernschwierigkeiten am Schulanfang. Lautsprachliche Lernvoraussetzungen und Schulerfolg ; eine Anleitung zur Einschätzung und Förderung lautsprachlicher Lernvoraussetzungen. 7th ed. Weinheim und Basel: Beltz.
104. Dermody, P.; Mackie, K.; Katsch, R. (1983): Dichotic listening in good and poor readers. In *Journal of Speech and Hearing Research* 26 (3), pp. 341–348.
105. Vellutino, F. R. (1987): Dyslexia. In *Scientific American* 256 (3), pp. 34–41.

106. Pinkerton, F.; Watson, D. R.; McClelland, R. J. (1989): A neurophysiological study of children with reading, writing and spelling difficulties. In *DEV MED CHILD NEUROL* 31 (5), pp. 569–581.
107. Oerlemans, M.; Dodd, B. (1993): Development of spelling ability and letter-sound orientation in primary school children. In *EUR J DISORDER COMM* 28 (4), pp. 349–367.
108. Watson, B. U.; Miller, T. K. (1993): Auditory perception, phonological processing, and reading ability/disability. In *J SPEECH HEAR RES* 36 (4), pp. 850–863.
109. Kiese-Himmel, C. (1996): Teilleistungsschwachen/Teilleistungsstörungen bei Kindern. In *Sprache Stimme Gehör* 20 (4), pp. 196–208.
110. Marx, H.; Jansen, H.; Skowronek, H. (2000): Prognostische, differentielle und konkurrente Validität des Bielefelder Screenings zur Früherkennung von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten (BISC). In Hasselhorn, M.; Schneider, W. (Eds.): *Diagnostik von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe, Verl. für Psychologie (Tests und Trends, N.F. Bd. 1).
111. Schwemmler, C.; Schwemmler, U.; Ptok, M. (2007): Attention deficit and hyperactivity disorder. What is currently known and its significance for ENT specialists. In *HNO* 55 (7), pp. 569–574.
112. Riccio, C. A.; Hynd, G. W.; Cohen, M. J.; Hall, J.; Molt, L. (1994): Comorbidity of central auditory processing disorder and attention-deficit hyperactivity disorder. In *J AM ACAD CHILD PSY* 33 (6), pp. 849–857.
113. Jerger, J.; Musiek, F. (2000): Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children. In *J Am Acad Audiol* (9), pp. 467–474.
114. Bamiou, D.-E.; Musiek, F. E.; Luxon, L. M. (2001): Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders - A review. In *Arch Dis Child* 85 (5), pp. 361–365.
115. Chermak, G. D.; Hall 3rd., J. W.; Musiek, F. E. (1999): Differential diagnosis and management of central auditory processing disorder and attention deficit hyperactivity disorder. In *J Am Acad Audiol* 10 (6), pp. 289–303.
116. Chermak, G. D.; Somers, E. K.; Seikel, J. A. (1998): Behavioral signs of central auditory processing disorder and attention deficit hyperactivity disorder. In *J Am Acad Audiol* 9 (1), pp. 78–84.
117. Ptok, M.; Buller, N.; Schwemmler, C.; Bergmann, C.; Luerßen, K. (2006): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen versus Aufmerksamkeitsstörungen mit/ohne Hyperaktivität. Ein Komplex mit verschiedenen Ausprägungen oder verschiedene Entitäten? In *HNO* 54 (5), pp. 405–414.
118. Norrelgen, F.; Lacerda, F.; Forssberg, H. (1999): Speech discrimination and phonological working memory in children with ADHD. In *Dev Med Child Neurol* 41 (5), pp. 335–339.
119. Gordon, E. (1989): *Advanced measures of music audiation*. Chicago: GIA.

120. Gordon, E. (1965): *Musical Aptitude Profile*. Boston: Houghton Mifflin.
121. Lesch, U. (2011): Jedes Kind kann singen! Kinderstimm- bildung in der Grund- schule (Teil 1). In *PaMina* (18), pp. 4–7.
122. Lebrun, M.-A.; Moreau, P.; McNally-Gagnon, A.; Mignault Goulet, G.; Peretz, I. (2012): Congenital amusia in childhood: a case study. In *Cortex* 48 (6), pp. 683–688.
123. Dalla Bella, S.; Giguère, J.-F.; Peretz, I. (2009): Singing in congenital amusia. In *The Journal of the Acoustical Society of America* 126 (1), pp. 414–424.
124. Peretz, I.; Ayotte, J.; Zatorre, R. J.; Mehler, J.; Ahad, P.; Penhune, V. B.; Jutras, B. (2002): Congenital amusia: a disorder of fine-grained pitch discrimination. In *Neuron* 33 (2), pp. 185–191.
125. Altenmüller, E. (2006): Musikwahrnehmung und Amusien. In Karnath, H.-O.; Thier, P. (Eds.): *Neuropsychologie*. Heidelberg: Springer, pp. 425–434.
126. Suchodoletz, W. von; Berwanger, D.; Mayer, H. (2004): Die Bedeutung auditiver Wahrnehmungsschwächen für die Pathogenese der Lese-Rechtschreibstörung. In *Z Kinder Jug-Psych* 32 (1), pp. 19–27.
127. Bigand, E.; Tillmann, B.; Poulin, B.; D'Adamo, D. A.; Madurell, F. (2001): The effect of harmonic context on phoneme monitoring in vocal music. In *Cognition* 81 (1), pp. 11–20.
128. Jungblut, M.; Aldridge, D. (2004): The musictherapy intervention SIPARI® with chronic aphasics - Research findings. In *Neurol. Rehabil.* 10 (2), pp. 69–78.
129. Thompson, W. F.; Schellenberg, E. G.; Husain, G. (2004): Decoding Speech Pro- sody: Do Music Lessons Help? In *Emotion* 4 (1), pp. 46–64.
130. Jentschke, S.; Koelsch, S.; Friederici, A. D. (2005): Investigating the Relationship of Music and Language in Children. In *ANN NY ACAD SCI* 1060 (1), pp. 231–242.
131. Sallat, S. (2008): *Musikalische Fähigkeiten im Fokus von Sprachentwicklung und Sprachentwicklungsstörungen*. 1. Aufl. Idstein: Schulz-Kirchner, pp. 77-197.
132. Jentschke, S. ; Koelsch, S. (2009): Musical training modulates the development of syntax processing in children. In *NeuroImage* 47 (2), pp. 735–744.
133. Evers, S. (2005): Hirnphysiologische Grundlagen der Musikwahrnehmung. In La Motte-Haber, H. de; Rötter, G. (Eds.): *Musikpsychologie*. Laaber: Laaber-Verlag, pp. 40–54.
134. Altenmüller, E.; Bangert, M. W; Liebert, G.; Gruhn, W. (2000): Mozart in Us: How the Brain Processes Music. In *MED PROBL PERFORM AR* (Volume 15, Number 3), pp. 99–106.
135. Pihan, H.; Altenmüller, E.; Ackermann, H. (1997): The cortical processing of per- ceived emotion: a DC-potential study on affective speech prosody. In *Neuroreport* (8), pp. 623–627.
136. Elliott, E. M.; Bhagat, S. P.; Lynn, S. D. (2007): Can children with (central) audito- ry processing disorders ignore irrelevant sounds? In *RES DEV DISABIL* (28), pp. 506–517.

137. Schulte-Körne, G.; Deimel, W.; Bartling, J.; Remschmidt, H. (1999): The role of phonological awareness, speech perception, and auditory temporal processing for dyslexia. In *EUR CHILD ADOLES PSY* 8 Suppl 3, pp. 28–34.
138. Pratt, A. C.; Brandy, S. (1988): Relation of phonological awareness to reading disability in children and adults. In *J EDUC PSYCHOL* (Vol. 80, No. 3), pp. 319–323.
139. Stanovich K. E.; Siegel, L. S. (1994): Phenotypic performance profile of children with reading disabilities: a regression-based test of the phonological-core variable-difference model. In *J EDUC PSYCHOL* (Vol. 86, No. 1), pp. 24–53.
140. Bradley L, Bryant PE (1983): Categorizing sounds and learning to read - a causal connection. In *Nature* (301), pp. 419–421.
141. Norton, A.; Winner, E.; Cronin, K.; Overy, K.; Lee, D. J.; Schlaug, G. (2005): Are there pre-existing neural, cognitive, or motoric markers for musical ability? In *BRAIN COGNITION* 59 (2), pp. 124–134.
142. Anvari, S. H.; Trainor, L. J.; Woodside, J.; Levy, B. A. (2002): Relations among musical skills, phonological processing, and early reading ability in preschool children. In *J EXP CHILD PSYCHOL* 83 (2), pp. 111–130.
143. Overy, K. (2000): Dyslexia, temporal processing and music: The potential of music as an early learning aid for dyslexic children. In *PSYCHOL MUSIC* 28 (2), pp. 218–229.
144. Overy, K. (2003): Dyslexia and music. From timing deficits to musical intervention. In *ANN NY ACAD SCI* 999, pp. 497–505.
145. Freitag, E. (2012): Musikalisches Training und phonologische Bewusstheit. Eine Studie bei Grundschulkindern im Rahmen des "JeKi - Projekts". In *Forum Logopädie* (1 (26)), pp. 22–27.
146. Watson, B. U.; Miller, T. K. (1993): Auditory perception, phonological processing, and reading ability/disability. In *J SPEECH HEAR RES* 36 (4), pp. 850–863.
147. Gould, J. H.; Glencross, D. J. (1990): Do children with a specific reading disability have a general serial-ordering deficit? In *Neuropsychologia* 28 (3), pp. 271–278.
148. Nittrouer, S. (1999): Do temporal processing deficits cause phonological processing problems? In *J SPEECH LANG HEAR R* 42 (4), pp. 925–942.
149. McGivern, R. F.; Berka, C.; Languis, M. L.; Chapman, S. (1991): Detection of deficits in temporal pattern discrimination using the seashore rhythm test in young children with reading impairments. In *J LEARN DISABIL* 24 (1), pp. 58–62.
150. Ho, Y.-C.; Cheung, M.-C.; Chan, A. S. (2003): Music training improves verbal but not visual memory: cross-sectional and longitudinal explorations in children. In *Neuropsychology* 17 (3), pp. 439–450.

## **Danksagung**

Ich möchte mich bei allen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Für die spannende Idee und Vergabe des Themas, unermüdliche Betreuung und Ermutigung danke ich herzlich Dr. Wilma Vorwerk.

Für die unendliche Motivation, Förderung des wissenschaftlichen Arbeitens sowie Einsatz für die Vergabe des Promotionsstipendiums danke ich PD Dr. Ulrich Vorwerk.

Mit Ihnen beiden habe ich eine hervorragende Promotionsbetreuung erfahren dürfen.

Ich danke meinem Klavierlehrer, Herrn Prof. Anatoli Vodovoz, für die geduldige Förderung und Unterstützung bei der Auswahl der musikalischen Untersuchungsmethoden.

Allen Mitarbeitern der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg danke ich für die Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen. Mein besonderer Dank gilt Frau Kieschnieck und Frau Wegmann-Zenner. Melanie Matke danke ich für die Hilfe bei der mühsamen Aktenarbeit. Für wertvolle Ratschläge in der Anfangsphase der Promotion danke ich Frau Dr. Susanne Voigt-Zimmermann.

Frau Bärbel Wolter danke ich für Anregungen und Erfahrungsaustausch zu Therapiemöglichkeiten der AVWS.

Frau Dipl.- Math. Anke Lux und Herrn Prof. Siegfried Kropf vom Institut für Biometrie und medizinische Informatik sowie Prof. Erich Kasten möchte ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung danken.

Allen Probanden danke ich für die bereitwillige Teilnahme an dieser Studie. Ich danke allen Eltern, Lehrern – insbesondere Frau Gabriele Blumenthal - und Schulleitern der Grundschule „Am Glacis“, der Grundschule „Amsdorfstraße“ und des Domgymnasiums Magdeburg für die Ermöglichung der Untersuchungen.

Allen Freunden, insbesondere Isabelle, Kermen, Anna, Sinkoni, Alice, Sophie, Holger, Katharina, Alexander und Max danke ich für eure Motivation, Korrekturlesen und Ablenkung.

Ich danke Sebastian von Enzberg für bereichernde Diskussionen, konstruktive Kritik und Beistand während des Entstehungsprozesses dieser Arbeit.

Meiner Schwester und meinen Eltern danke ich für ihre bedingungslose Unterstützung.

## **Ehrenerklärung**

Ich erkläre, dass ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel

**„Untersuchung musikalischer Fähigkeiten bei Kindern mit auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS)“**

in der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Arbeitsbereich Phoniatrie und Pädaudiologie der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Bei der Abfassung der Dissertation sind Rechte Dritter nicht verletzt worden.

Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in - oder ausländischen Hochschule zur Promotion eingereicht. Ich übertrage der Medizinischen Fakultät das Recht, weitere Kopien meiner Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Magdeburg, den 17.11.2017

## **Darstellung des Bildungsweges**

Bitte haben Sie Verständnis dafür, dass mein Lebenslauf aus Gründen des Datenschutzes in der elektronischen Fassung meiner Arbeit nicht veröffentlicht wird.

## **Veröffentlichungen**

Scheffner, E.; Vorwerk, W.; Vorwerk, U. (2017). Musikalische Fähigkeiten bei Kindern mit auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung. *Laryngo- Rhino- Otologie*, 96(8), 528–535.

Scheffner, E. . Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) und Musikalität. Vortrag. 22. Phoniatrie- und Pädaudiologie-Tag Sachsen-Anhalt, Magdeburg, 27. April 2013.



# Anhang

## 1. Messung musikalischer Fähigkeiten (MMF)

Name und Alter des Patienten:

### 1. Töne nachsingen

Aufgabe: verschiedene Töne einzeln vorspielen + vorsingen und nachsingen lassen richtig gesungen = 1 Punkt  
falsch gesungen = 0 Punkte

- vor Beginn der Aufgabe zwei Töne vorgeben zur Probe

Ton-Nr.:	1	2	3	4	5
Punkte:					

### 2. Tonhöhenunterscheidung

Aufgabe: zwei vorgegebene Töne werden hintereinander gespielt. Welcher ist der höhere von beiden?  
richtig = 1 Punkt  
falsch = 0 Punkte

- vor Beginn der Aufgabe eine Oktave  $e^2 - e^1$  vorspielen und den höheren Ton angeben lassen

Aufgabe:	Oktave $d^1 - d^2$	Sexte $c^1 - a^1$	Quarte $f^2 - c^2$	Sekunde $h^1 - a^1$	Prime $f^1 - f^1$
Punkte:					

### 3. Rhythmusreproduktion

Aufgabe: Rhythmen mit 3, 4 und 5 Tönen vorgeben und nachklopfen lassen  
richtig wiedergegeben = 1 Punkt  
falsch wiedergegeben = 0 Punkte

- vor Beginn der Aufgabe einen Rhythmus (z.B. ●● - - -) vorgeben und nachklopfen lassen

Anzahl und	3	3	4	4	5
Dauer der Töne	— ● —	— ●●	● — ● —	● — ●●	●● — ●●
Punkte:					

### 4. Melodiereproduktion

Aufgabe: kurzes Lied vorsingen/vorspielen („Alle meine Entchen“) und nachsingen lassen

2 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
Melodieführung und Rhythmus stimmen überein	einige Fehler, aber noch erkennbare Melodieführung	Melodie und Rhythmus sind nicht erkennbar

## 2. Anamnesebogen zur Erfassung Auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS)

### Anamnesebogen zur Erfassung Auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS)

AG AVWS der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP); Stand 12.9.2002

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_ Geburtstag: \_\_\_\_\_

Wer hat den Fragebogen ausgefüllt? (bitte ankreuzen) Datum: \_\_\_\_\_

Mutter  Vater  Lehrer  Großeltern  Sonstige (bitte angeben) \_\_\_\_\_

Vorschule (bitte ankreuzen)  ja  nein, Schultyp \_\_\_\_\_ Schuljahr \_\_\_\_\_  
Schuljahr wiederholt  ja  nein, falls ja, welches? \_\_\_\_\_

Auf den beiden folgenden Seiten finden Sie Aussagen über Verhaltensweisen von Kindern. Bitte kreuzen Sie bei jeder Aussage an, inwieweit das beschriebene Verhalten auf das Kind zutrifft. Setzen Sie bitte ein Kreuz in die jeweilige Spalte. Vielen Dank!

1.	Das Kind versteht in Gesprächen zu zweit ...	Ohne Probleme	mit wenigen Problemen	mit vielen Problemen	mit sehr vielen Problemen	Weiß nicht
AF1	... mündliche Aufforderungen					
AF2	... wenn es den Sprecher nicht sieht (z.B. wenn es von hinten angesprochen wird)					
AF3	... auch ohne gleichzeitig sichtbare Hilfen (z.B. Mundbild, Gesten)					
AF4	... wenn schnell gesprochen wird					
AF5	... wenn undeutlich (nuschelig) gesprochen wird					
AF6	... wenn leise gesprochen wird					
AF7	... mündliche Aufforderungen beim ersten Mal					

2.	Das Kind kann ...	Ohne Probleme	mit wenigen Problemen	mit vielen Problemen	mit sehr vielen Problemen	Weiß nicht
DI1	... unbekannte Wörter nachsprechen					
DI2	... im Gespräch ähnlich klingende Wörter (z.B. Haus-Maus, Buch-Tuch, Hose-Dose) unterscheiden					
DI3	... beim Diktat ähnlich klingende Wörter (z.B. Haus-Maus, Buch-Tuch, Hose-Dose) unterscheiden					
DI4	... unterschiedliche Geräusche (z.B. Staubsauger oder Küchenmaschine) auseinanderhalten?					

3.	Das Kind kann ...	Ohne Probleme	mit wenigen Problemen	mit vielen Problemen	mit sehr vielen Problemen	Weiß nicht
RI1	... die Richtung erkennen, aus der es namentlich gerufen wird					
RI2	... die Richtung bewegter Geräusche (z.B. vorbeifahrender Autos) verfolgen					
RI3	... Warngeräusche (z.B. Hupen eines Autos) erkennen					
RI4	... beim Mannschaftssport die Zurufe der Mitspieler orten					
RI5	... in einem Gruppengespräch den jeweiligen Sprecher heraushören					

Copyright Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie

4.	Das Kind kann ...	Ohne Probleme	mit wenigen Problemen	mit vielen Problemen	mit sehr vielen Problemen	Weiß nicht
SE1	... einem Gespräch folgen, wenn zwei Personen gleichzeitig sprechen					
SE2	... einem Gespräch folgen, wenn (in einer Gruppe) mehr als zwei Personen gleichzeitig sprechen					
SE3	... einer Unterhaltung folgen, wenn im Hintergrund Geräusche (z.B. Radio, Musik oder Straßenlärm) hörbar sind					
SE4	... einen Sprecher (Lehrer oder Mitschüler) bei erhöhtem Geräuschpegel in der Klasse verstehen					
SE5	... bei einer Autofahrt zuhören und verstehen, wenn es hinten sitzt					
SE6	... in halligen Räumen (Kirche, Turnhalle) Gesprochenes verstehen					

5.	Das Kind kann ...	ohne Probleme	mit wenigen Problemen	mit vielen Problemen	mit sehr vielen Problemen	Weiß nicht
GD1	... sich den Text von Kinderliedern, kurzen Reimen, Fingerspielen oder Gedichten merken					
GD2	... Texte oder Gedichte auswendig lernen					
GD3	... den Inhalt eines gehörten Textes (z.B. eine vorgelesene Geschichte, Schilderung einer Begebenheit) nacherzählen					
GD4	... sich mündliche Aufforderungen merken					
GD5	... Rhythmen oder Lieder nachklatschen					
GD6	... Diktate schreiben, ohne Wörter auszulassen					
GD7	... einfache Melodien nachsingen					
GD8	... Diktate nach Gehör schreiben					
GD9	... sich den Inhalt von längeren Sätzen merken					

6.	Dem Kind ...	angenehm	Gleichgültig	Unangenehm	Sehr unangenehm	Weiß nicht
GÜ1	... sind laute Geräusche					
GÜ2	... ist starker Lärm im Kindergarten, in der Schule, auf Familienfesten					
GÜ3	... sind schrille Geräusche					
GÜ4	... sind bestimmte Geräusche			Ggf. welche?	Ggf. welche?	

Legende für Auswerter:

AF: „Allgemeine Fragen“

RI: „Richtungsgehör“

GD: „Auditives Gedächtnis“

DI: „Auditive Diskrimination“

SE: „Selektionsfähigkeit/Hören im Störschall“

GÜ: „Geräuschüberempfindlichkeit“

Modalitätsspezifische Hinweise auf eine Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung lassen sich diesem Fragebogen nur auf der Basis einer entsprechenden Vordiagnostik entnehmen (mindestens Tonaudiogramm, ausführliches Intelligenzprofil)!

Copyright Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie

### 3. ADHD – Fragebogen



**Universitätsklinikum Magdeburg A. ö. R.**  
**Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde**  
 Direktor: Prof. Dr. med. C. Arens

Patient:  
Name:

Vorname: geb.:

Straße:

PLZ, Ort:  
Krankenkasse:

## Formular ADHD Fragebogen (modifiziert nach Prof. Ptok)

Datum:

Alter des Kindes:

Kreuzen Sie bitte die genannten Aussagen nur dann als zutreffend an, wenn sich ihr Kind bei dem genannten Verhalten deutlich von den Schulkameraden unterscheidet und wenn Sie dieses Verhalten schon länger als ½ Jahr beobachten.

#### Das Kind

träumt oft vor sich hin	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
ist oft nicht sehr aufmerksam oder macht Flüchtigkeitsfehler bei Schulaufgaben oder bei kleineren Arbeiten im Haus	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
hat Schwierigkeiten, auf Dauer aufmerksam bei einer Aufgabe oder bei einem Spiel zu sein	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
hört oft nicht zu wenn es direkt angesprochen wird	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
verfolgt oft nicht aufmerksam genug Anleitungen und/ oder beendet oft nicht Aufgaben bzw. Spiel	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
hat oft Schwierigkeiten Aufgaben oder Freizeitaktivitäten zu organisieren	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
mag nicht (oder vermeidet) Aufgaben, die eine längere konzentrierte Aufmerksamkeit verlangen (z.B. längere Schulaufgaben)	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
verliert oder vergisst häufig Dinge (Stifte, Bücher, Spielzeug usw.)	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
wird leicht durch andere Einflüsse abgelenkt bzw. lässt sich ablenken	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
vergisst häufig Anweisungen oder Aufgaben oder auch Hausaufgaben	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
bewegt oft unruhig die Hände oder Füße oder rutscht unruhig auf dem Stuhle	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
steht oft auf obwohl es sitzen bleiben soll	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
rennt oder klettert häufig zu wild	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
verhält sich in fremder Umgebung (z.B. bei Behörden, Arzt) oft unruhig (holt Papiere, Zeitschriften, Instrumente, bringt sie woanders hin oder schmeißt sie auf die Erde )	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
hat Schwierigkeiten bei ruhigen Spielen mitzumachen	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
bewegt sich häufig so, als „ob es von einem unruhigen Motor“ getrieben wird	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
redet häufig sehr viel	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
antwortet oft schon, bevor die Frage zu Ende gestellt wurde	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
hat oft Schwierigkeiten abzuwarten bis es an der Reihe ist	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
unterbricht oft Gespräche anderer, redet dazwischen oder unterbricht die Spiele von anderen	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
dreht sich in die falsche Richtung wenn jemand ruft	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht

hat Schwierigkeiten zu erkennen, aus welcher Richtung Geräusche kommen ( Autos)	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
hat Schwierigkeiten, in lauten oder halligen Räumen zu verstehen	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
hat Schwierigkeiten zu verstehen, wenn gleichzeitig auch andere reden	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
verwechselt häufig ähnlich klingende Laute (z.B. Hose – Dose)	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
verwechselt Geräusche von Haushaltsgegenständen ( Staubsauger, Föhn, Küchenmaschine)	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
vergisst Anweisungen, wenn sie hintereinander gegeben wurden( „ zieh die Schuhe an, nimm deine Jacke, packe dein Pausenbrot ein, gehe zur Tür, warte dort“)	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
kann sich Liedtexte schlecht merken	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
fragt bei Diktaten häufig nach	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
vergisst Hausaufgaben	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
ist im Kopfrechen schwächer als im schriftlichen Rechnen	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
verwechselt oder „dreht“ Ziffern in Telefonnummern oder kann sich längere Nummern nicht merken	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
spricht häufig zu laut oder zu leise	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
stellt sich den Fernseher/ das Radio zu laut ein	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
erschrickt bei lauten Geräuschen und/ oder hält sich die Ohren dabei zu	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
erkennt häufig nicht die Betonung von Wörtern	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
schaut oft, was andere machen	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
gibt häufig abweichende Antworten(„ welche Farbe hat euer Auto?“....“ja“ )	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
liest gerne Bücher und Comics	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
liest „freiwillig“ Straßenschilder, Reklame o.ä.	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
reibt sich beim Lesen oft die Augen	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
klagt dass beim Lesen die Buchstaben verschwimmen	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
verliert beim Lesen die Zeile	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
kann sich Straßen und Häuser schlecht merken, kann sich schlecht orientieren	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
kann im Dunklen schlecht sehen	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
klagt häufig über grelles ( Sonnen- ) Licht	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
schnarcht derzeit mehr als die Hälfte während des Schlafens	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
schnarcht laut	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
schnarcht jedes Mal wenn es schläft	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
hat während des Schlafens ein „ schweres“ oder „lautes“ Atmen	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
scheint während des Schlafens Schwierigkeiten mit der Atmung zu haben	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
wacht häufig nachts auf	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
sagt, dass die Beine sich ruhelos anfühlen und deshalb die Beine bewegen muss wenn es im Bett liegt	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
wacht morgens „ unerholt“ auf obwohl es zeitig zu Bett gegangen ist	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht
ist während des Tages schläfrig	<input type="radio"/> stimmt	<input type="radio"/> stimmt nicht

#### 4. Lehreransreiben der Kontrollgruppe



Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde  
Arbeitsbereich Phoniatrie und Audiologie

#### Studie zur Überprüfung musikalischer Fähigkeiten

Betreuer: PD Dr. med. U. Vorwerk, Dr. med. W. Vorwerk, Dr. phil. Voigt-Zimmermann

Doktorandin: Evgenia Scheffner

Liebes Lehrerkollegium,

wir sind eine Arbeitsgruppe im Bereich der Phoniatrie und Audiologie an der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde in Magdeburg.

Im Rahmen einer Promotionsarbeit beschäftigen wir uns mit Kindern, die Probleme in der Hörverarbeitung und -wahrnehmung aufweisen, die als auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung bezeichnet wird. Wir möchten mit der „Untersuchung musikalischer Fähigkeiten“ einen Beitrag zur Therapie leisten, mit dem Ziel betroffene Kinder musikalisch zu fördern.

Zur Bewertung von Untersuchungsergebnissen unserer Patienten wird der Vergleich mit gesunden Kindern vorausgesetzt. Aus diesem Grund bitten wir Sie um die Mitwirkung der Schulkinder Ihrer Schule.

Für die Untersuchung benötigen wir Kinder die:

- *monolingual* mit der deutschen Sprache aufwachsen
- *keine* Minderung der Konzentration aufweisen
- *unauffällig* in den Bereichen Hören, Lesen und Rechtschreibung sind

Was wird Sie und die Kinder bei der anstehenden Untersuchung erwarten?

Die Eltern erhalten eine Information über Ziel und Ablauf der Studie mit beigefügter Einverständniserklärung sowie einen Fragebogen, der die Entwicklung und das Hörvermögen des Kindes erfasst.

Wir möchten Sie bitten diese Unterlagen Ihren Schülern auszuteilen. Die Einverständniserklärung sowie der Fragebogen sollten möglichst bis ... der Klassenlehrerin/dem Klassenlehrer unterschrieben zurückgegeben werden.

Die Untersuchung wird voraussichtlich im ... stattfinden. Sie dauert ca. 15 Minuten und besteht aus drei kurzen Einheiten:

1. *Ausschluss von Hörstörungen mittels der „otoakustischen Emissionen“*

Die Messung der „otoakustischen Emissionen“ ist eine Testmethode, die z.B. beim Neugeborenen - Hörscreeing zur Überprüfung des Hörvermögens eingesetzt wird. Diese Untersuchung dauert nur wenige Minuten und ist für das Kind völlig schmerzlos.

*2. Screening zur auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung*

Anschließend erfolgt ein kleiner Test zur Überprüfung der Gedächtnisleistung für Silben und Zahlen sowie zur Worterkennung und Wortunterscheidung.

*3. „Untersuchung musikalischer Fähigkeiten“*

Diese Untersuchung besteht aus vier Aufgaben, bei denen das Kind Töne nachsingen, Rhythmen nachklopfen, Tonhöhen unterscheiden und ein kurzes Lied nachsingen soll.

Nach der Untersuchung geben wir den Eltern selbstverständlich die Möglichkeit sich nach den Ergebnissen Ihres Kindes zu erkundigen. Alle Ergebnisse werden anonymisiert verwendet und unterliegen der Schweigepflicht.

Wir hoffen, Sie haben nun einen Einblick in den Inhalt und Ablauf der Untersuchung erhalten. Falls Sie noch Fragen haben, rufen Sie uns bitte an unter der Tel.-Nr. ....

Wir danken Ihnen im Voraus für Ihre Unterstützung und verbleiben

mit freundlichen Grüßen

Dr. med. W. Vorwerk

E. Scheffner

## 5. Elternansreiben der Kontrollgruppe



Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde  
Arbeitsbereich Phoniatrie und Audiologie

### Studie zur Überprüfung musikalischer Fähigkeiten

Betreuer: PD Dr. med. U. Vorwerk, Dr. med. W. Vorwerk, Dr. phil. S. Voigt-Zimmermann  
Doktorandin: Evgenia Scheffner

Liebe Eltern!

Wir sind eine Arbeitsgruppe im Bereich der Phoniatrie und Audiologie an der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde in Magdeburg.

Im Rahmen einer Promotionsarbeit beschäftigen wir uns mit Kindern, die Probleme in der Hörverarbeitung und -wahrnehmung aufweisen, die als auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung bezeichnet wird. Wir möchten mit der „Untersuchung musikalischer Fähigkeiten“ einen Beitrag zur Therapie leisten, mit dem Ziel betroffene Kinder musikalisch zu fördern.

Die Bewertung von Untersuchungsergebnissen unserer Patienten setzt den Vergleich mit gesunden Kindern voraus. Aus diesem Grund bitten wir Sie um die Mitwirkung Ihres Kindes.

Was erwartet Sie und Ihr Kind bei der anstehenden Untersuchung?

Die Untersuchung besteht aus drei kurzen Einheiten, die an einem Tag in der Schule Ihres Kindes stattfinden wird.

#### *Ausschluss von Hörstörungen mittels der „otoakustischen Emissionen“*

Die Messung der „otoakustischen Emissionen“ ist eine Testmethode, die z.B. beim Neugeborenen - Hörscreeing zur Überprüfung des Hörvermögens eingesetzt wird. Diese Untersuchung dauert nur wenige Minuten und ist für Ihr Kind völlig schmerzlos.

Die Messung der otoakustischen Emissionen basiert darauf, dass ein normales Innenohr nicht nur Schall empfangen, sondern auch aussenden kann. Dazu wird eine kleine Sonde in den äußeren Gehörgang eingeführt. Diese gibt leise „Klick“- Geräusche ab. Diese Geräusche werden ins Innenohr fortgeleitet, zur Hörschnecke mit ihren Sinneszellen. Erreichen die Töne ihr Ziel, „antworten“ diese Zellen, ähnlich einem Echo, mit Schwingungen, die wiederum als Schallwellen vom Innenohr zurück ins äußere Ohr übertragen werden. Dort nimmt ein an der Sonde befestigtes winziges Mikrofon die Schallwellen auf und misst, wie stark sie sind. Bleibt das Signal aus oder ist es sehr schwach, kann dies auf eine gestörte Schallaufnahme im Innenohr hinweisen. Die Ursache ist häufig eine Störung der Sinneszellen. Ein schlechtes Messergebnis bedeutet aber nicht immer, dass das Kind schwerhörig ist. Zum Beispiel kann die Signalaufnahme verzerrt werden, wenn das Kind unruhig ist, Flüssigkeit im Ohr hat oder Hintergrundgeräusche stören.



### *Screening zur auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung*

Anschließend erfolgt ein kleiner Test zur Überprüfung der Gedächtnisleistung für Silben und Zahlen sowie zur Worterkennung und Wortunterscheidung.

### *„Untersuchung musikalischer Fähigkeiten“*

Diese Untersuchung besteht aus vier Aufgaben, bei denen Ihr Kind Töne nachsingen, Rhythmen nachklopfen, Tonhöhen unterscheiden und ein kurzes Lied nachsingen soll.

Ihnen als Eltern möchten wir einen Fragebogen mitgeben, der die Leistungen Ihres Kindes bei der Hörverarbeitung und -wahrnehmung überprüft (Anamnesebogen zur Erfassung auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen). Zusätzlich erfolgen ein paar ergänzende Fragen zur Entwicklung Ihres Kindes.

Wenn Sie und Ihr Kind sich an der „Untersuchung musikalischer Fähigkeiten“ beteiligen möchten, füllen Sie bitte die Rückantwort aus und geben diese sowie den Fragebogen möglichst bis ... bei der Klassenlehrerin Ihres Kindes ab.

Die Studie wird voraussichtlich im ... stattfinden.

Nach der Untersuchung informieren wir sie selbstverständlich gern über die Untersuchungsergebnisse. Alle Ergebnisse werden anonymisiert verwendet und unterliegen der Schweigepflicht.

Wir hoffen, Sie hinreichend über den Inhalt und Ablauf unserer Untersuchung informiert zu haben. Falls Sie noch Fragen haben, bitten wir Sie um einen Anruf unter: ....

Wir danken Ihnen im Voraus für Ihre Teilnahme an unserer Untersuchung und verbleiben mit freundlichen Grüßen

Dr.med. W. Vorwerk

E. Scheffner

---

### **Rückantwort**

Ich erlaube, dass mein Kind \_\_\_\_\_ an der „Untersuchung musikalischer Fähigkeiten“ teilnimmt.

Die bei der Auswertung gewonnenen Daten dürfen anonymisiert im Rahmen der Promotionsarbeit verwendet und publiziert werden. Die Informationen werden nicht an Dritte weitergegeben.

---

Unterschrift der/des Sorgeberechtigten

Ort, Datum

## 6. Elternfragebogen der Kontrollgruppe

### Elternfragebogen

Bitte zutreffendes ankreuzen

1. Name, Vorname des Kindes: \_\_\_\_\_

2. Geschlecht: m/w

3. Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

4. Falls Untersuchungsergebnisse erwünscht:

Anschrift: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_

5. Ist Deutsch die Muttersprache Ihres Kindes?

Ja           Nein

6. Wächst Ihr Kind mit einer weiteren Sprache außer Deutsch auf?

Ja           Nein

7. Unser Sohn/unsere Tochter ist:

rechtshändig     linkshändig     beidhändig

8. Welche Klasse besucht Ihr Kind gegenwärtig? Klasse: \_\_\_\_\_

9. Erfolgte jemals eine Klassenwiederholung?

Ja           Nein

Wenn ja, in welcher Klasse? \_\_\_\_\_

In welchem Fach gab es dabei besondere Probleme?

\_\_\_\_\_

10. Besuchte ihr Kind den Kindergarten?

Ja           Nein

Wenn ja, welchen?

a) Regelkindergarten

b) Integrativer Kindergarten

c) Sprachheilkindergarten

d) Sonstige: \_\_\_\_\_

11. Gab oder gibt es Auffälligkeiten in der sprachlichen Entwicklung Ihres Kindes?

Ja           Nein

Wenn ja, welche? \_\_\_\_\_

12. Erhält oder erhielt Ihr Kind eine Sprachtherapie?

Ja                       Nein

Wenn ja, wie lange? \_\_\_\_\_

13. Erhält oder erhielt Ihr Kind außerhalb oder innerhalb der Schule eine bestimmte Art von Förderung?

Ja                       Nein

Wenn ja, welche? \_\_\_\_\_

14. Wie schätzen Sie die Schulleistungen Ihres Kindes in Bezug auf Gleichaltrige ein?

<b>Fach</b>	Ich weiß nicht	besser	gleich	schlechter	Zensuren (freiwillige Angabe)
Lesen					
Rechtschreibung					
Aufsätze					
Mathematik (Rechnen)					
Mathematik (Textaufgaben)					
Musik					

15. Hatte Ihr Kind jemals Hörstörungen

Ja                       Nein                       Weiß ich nicht

16. Hört Ihr Kind bei normaler Gesprächslautstärke gut?

Ja                       Nein                       Weiß ich nicht

Wenn nein, warum nicht? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

17. Hat oder hatte Ihr Kind ernsthafte Erkrankungen oder Operationen im Bereich der Ohren und/oder Nase?

Ja                       Nein                       Weiß ich nicht

Wenn ja, welche?

- a) Mittelohrentzündungen                      0
- b) Mittelohrergüsse                              0
- c) Infekthäufungen                              0
- d) Polypen    0
- e) Behinderte Atmung                              0
- f) Wucherungen                                      0
- g) Schnarchen                                      0

Wenn Mittelohrentzündungen, wie oft \_\_\_\_\_

Wenn Operationen, welche? \_\_\_\_\_

18. Wurde ein Hörtest z.B. im Rahmen der Vorschuluntersuchungen durchgeführt?

Ja             Nein             Weiß ich nicht

Wenn ja, wann und mit welchem Ergebnis? \_\_\_\_\_

19. Bestehen Konzentrations- oder Aufmerksamkeitsstörungen ?

Ja             Nein

Wenn ja, erfolgt diesbezüglich eine Therapie?

a) Ergotherapie

b) medikamentöse Einstellung

c) Sonstiges: \_\_\_\_\_

20. Wird oder wurde ihr Kind musikalisch gefördert?

Ja             Nein

Wenn ja, bitte in die Tabelle eintragen

Art der Förderung	Zeitraum: von... bis...	ab welchem Alter: ... Jahre
Musikalische Früherziehung		
Gesangsunterricht		
Instrumentalunterricht		
Sonstiges		

21. Geht ihr Kind anderen Freizeitbeschäftigungen (z.B. Sport, Kunst etc.) nach?

Ja             Nein

Wenn ja, welchen? \_\_\_\_\_

Vielen Dank für Ihre Mühe!

## 7. Screening zur auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung

### Screening zur auditiven Verarbeitung- und Wahrnehmung

#### 1. Hannoverscher Lautdiskriminationstest (HLDT)

0	Kanne - Tanne	0	Bach - Dach	0	Bett - Brett	0	Kammer - Klammer
0	Nagel - Nadel	0	Damm - Kamm	0	Hase - Nase	0	Gurke - gleich
0	drei - Brei	0	rutschen - lutschen	0	naschen - gleich	0	Bein - dein
0	edel - gleich	0	Eule - Beule	0	Streit - gleich	0	sauber - Zauber
0	Pappe - gleich	0	Hand - gleich	0	Topf - Kopf	0	Gras - Glas
0	Zeit - gleich	0	waschen - wachen	0	Geld - gelb	0	laufen - gleich
0	Reiter - Leiter	0	Nuss - muss	0	sieben - gleich	0	Schaf - Schlaf
0	Schlüssel - gleich	0	Rolle - Wolle	0	Dorn - Korn	0	Tanne - gleich
0	Haus - Maus	0	Katze - gleich	0	Kelle - Pelle	0	Kleider - leider
0	Glas - Gras	0	Bogen - Boden	0	Ziege - Siege	0	Nixen - mixen
0	tauchen - gleich	0	Laden - gleich	0	Ratte - Latte	0	Puppe - gleich
0	Macht - Nacht	0	krachen - Drachen	0	Gras - Gas	0	Hahn - Bahn
0	rein - Wein	0	Kreis - Preis	0	Vase - gleich	0	Sahne - Fahne
0	Kasse - Tasse	0	fein - Sein	0	Kirsche - Kirche	0	Weizen - reizen
0	Regen - reden	0	Reifen - gleich	0	Hose - Rose	0	fegen - gleich
0	Teller - Keller	0	Knopf - gleich	0	nein - mein	0	Klasse - Kasse
0	Daumen - gleich	0		0	Dose - gleich	0	

#### 2. Hörgedächtnisspanne für Zahlen

0	5 - 1	0	5 - 2 - 3	0	2 - 7 - 8 - 3	0	3 - 8 - 6 - 2 - 4	0	6 - 8 - 5 - 2 - 4 - 1
0	4 - 3	0	9 - 6 - 4	0	1 - 8 - 4 - 3	0	6 - 4 - 9 - 2 - 5	0	6 - 1 - 9 - 4 - 5 - 7
0	6 - 2	0	3 - 8 - 5	0	8 - 6 - 2 - 9	0	7 - 2 - 6 - 1 - 9	0	7 - 3 - 9 - 5 - 1 - 8
0	4 - 2	0	6 - 9 - 3	0	7 - 3 - 6 - 9	0	8 - 5 - 2 - 4 - 6	0	6 - 9 - 5 - 2 - 1 - 8
0	1 - 4	0	7 - 4 - 9	0	6 - 1 - 4 - 5	0	3 - 8 - 5 - 1 - 4	0	1 - 8 - 4 - 3 - 5 - 7
	2,6 - 2,11 Jahre		3,6 - 5,2 Jahre		5,3 - 7,11 Jahre		8,0 - 12,5 Jahre		ab 12,6 Jahre

#### 3. Hörgedächtnisspanne für Sätze

2 Wortsätze:	3 - 5 Silben:	6 Silben:	8 Silben:
Meine Mama. Papa kommt.	Milch schmeckt gut. Ich gehe schlafen. Ich habe Durst.	Im Winter ist es kalt. Jeder Hund kann bellen. Mädchen singen gerne. Das Auto fährt langsam.	Vater spielt mit den Jungen Ball. Mein Bruder geht in die Schule. Kinder essen gern Äpfel. Auf der Straße fahren Autos.
		3 Jahre	4 Jahre

10 - 11 Silben:	16 Silben:
Ich gehe gerne in den Kindergarten. Im Sommer blühen sehr viele Blumen. Die kleine Katze liegt auf dem Sofa. Im Bach schwimmen kleine rote Fische.	Wenn die dunklen Wolken am Himmel sind, wird es bestimmt regnen. Wir gehen mit unseren Eltern in die Stadt zum Einkaufen. Wenn man die Gummistiefel anzieht, werden die Füße nicht nass. Ich habe einen dicken Mantel, damit ich nicht friere.
5 Jahre	6 Jahre

#### 4. Hörgedächtnisspanne mit sinnleeren Silben („Mottiertest“)

0	riba	0	tokalo	0	lurimera	0	pelamituri	0	hamerotikapu
0	migo	0	kusimo	0	gebibalo	0	sedanowabi	0	nebisatelotu
0	deka	0	pisano	0	kujatore	0	gelikatiso	0	labonitasera
0	dano	0	laroki	0	degameni	0	nitamorima	0	pogufahikure
0	sali	0	busato	0	molimela	0	ropakitosa	0	pinagotonaki
0	kora	0	lemanu	0	sanorime	0	likatopali	0	rafisubamida
					4 - 6 Jahre		7 - 9 Jahre		ab 10 Jahre